

최 종
연구보고서

회전원추 부착형의 참깨 탈립용 작업기계 개발

Development of Sesame Shattering
Machine with the Rotating Cone

연 구 기 관

안 동 정 보 대 학

안동시농업기술센터

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “회전원추 부착형의 참깨 탈립용 작업기계 개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2004년 11월 14일

주관연구기관명 : 안동정보대학

총괄연구책임자 : 이 종 수

연 구 원 : 이 진 현

연 구 원 : 김 덕 현

연 구 원 : 이 승 훈

협동연구기관명 : 안동시농업기술센터

협동연구책임자 : 황 기 섭

연 구 원 : 조 웅 수

연 구 원 : 엄 태 영

요 약 문

I. 제 목

회전원추 부착형의 참깨 탈립용 작업기계 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

참깨에 함유되어 있는 항산화 성분의 산화억제작용은 인체의 노화를 억제하며, 리놀산은 인체의 혈관에 긴 콜레스테롤을 녹여 없애서 동맥경화증을 예방하는 효능이 있다. 이러한 기능을 갖는 참깨는 기름과 깨소금 등으로 가공하여 우리 식생활에 고급 조미료 등으로 폭넓게 애용되고 있다.

국내 참깨 재배 면적은 1970년대 이전까지는 2만여 정보에 불과하였으나, 70년대 이후 재배 면적과 생산량은 꾸준히 증가하여 2000년에는 40ha 재배 면적에 32천 톤에 이르고 있다. 세계에서 국내 참깨가 차지하는 위상은 재배 면적은 세계 15위이지만, 단위 면적당 생산성이 매우 높아서 생산량은 세계 10위에 속하는 참깨 생산 및 소비국가이다.

이러한 참깨 재배에 사용이 가능한 작업기계는 비닐피복과중기, 예취결속기, 탈곡기, 선별기 등이 개발되어 있다. 그러나 예취 건조이후 탈립 작업과 탈립에서 발생하는 미탈립 꼬투리의 처리 그리고 험잡물의 제거에 따른 정선작업 등이 가능한 작업기계는 아직까지 개발이 부진한 실정이다. 또한 이미 개발 보급되고 있는 탈곡기는 벼, 콩 등의 탈곡에는 가능하지만 실제 참깨의 탈립에는 숙기가 일정하지 않기 때문에 부적절한 면이 있다.

본 연구개발에서 개발하고자 하는 타력식 탈립기는 구조와 원리에 있어서 곡류나 두류의 줄기에서 열매를 탈리시키는 탈곡기(thresher)와는 원리와 용

도 기능면에서 다르다. 참깨의 탈립 방법은 관행의 도리깨나 막대기 등을 이용한 타력식 탈립작업, 기존의 벼, 보리 탈곡용의 탈곡식 탈립작업, 교반식 탈립작업이 있다. 그러나 이러한 탈립작업은 1회 탈립 후, 재차 건조하여 2~3회 탈립을 하며, 매 탈립작업 때마다 참깨 줄기에서 떨어져 나온 탈리 꼬투리의 탈립 처리 작업에 애로가 발생하였다.

따라서 본 연구 개발에서는 참깨의 줄기에서 떨어져 나온 탈립되지 않은 꼬투리까지도 탈립이 가능한 작업 기계를 개발하고자 한다. 본 연구의 개발기계는 크랭크 레버 기구를 이용한 타력식 탈립장치와 참깨 줄기로부터 탈리된 미탈립 꼬투리를 탈립하는 회전원추를 부착시킨 설계의 참깨 탈립기계이다.

이러한 탈립 작업기계의 개발과 함께 참깨 비가림 건조대의 개발이 필요하다. 관행 방식의 참깨 탈립 작업 과정은 예취된 참깨의 줄기를 15~25주 단위로 묶은 참깨 단을 3단 또는 4개 단을 1개조로 세워서 건조시킨다. 어느 정도 건조가 시작되고 참깨 줄기의 하부에서부터 건조되어 참깨 꼬투리가 개열되기 시작하면, 포장에서 천막이나 두꺼운 비닐을 깔고, 그 위에서 농부가 결속된 깨단을 한 손에 들고, 다른 손으로 막대기로 깨단을 타력하여 탈립한다.

그러나 매년 참깨의 예취·건조 시기인 8월~9월에는 가을 장마와 여러 개의 태풍으로 말미암아 건조과정에서 잘 건조된 참깨단들이 넘어져서 참깨종자는 포장으로 소실되고, 포장의 흙이 참깨줄기에 혼입되며 그리고 물에 젖게되어 탈립시기를 놓치게 된다.

이와 같은 반복된 기후 재해에 의하여 수확된 참깨는 품질이 저하되고, 수확량이 급감하게 된다. 심지어는 참깨단 자체가 장기간의 우천으로 인하여 썩게되어 탈립작업 시기를 놓치게 되어 수확을 포기하는 극단적인 사례가 발생한다.

또한 참깨를 예취 후 건조하는 과정에서 발생하는 애로점으로 소실되는 참깨 양을 최소화시키고, 참깨의 건조과정에서 묶어 세우는 작업을 편리하게 하고, 우천 시의 강우와 강한 비바람을 동반한 태풍에도 전도가 되지 않도록 하기 위하여 본 연구에서 참깨 비가림 건조대를 개발하였다. 이러한 참깨 비가림

건조대의 가장 획기적인 것은 참깨 비가림 건조대의 활용으로 관행의 3~4회 탈립 작업을 단 1회 탈립만으로 수확이 가능하게 된다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

정부의 쌀 산업 대책에 따른 전작 보상제 실시로 발작물의 재배 증가에 따라 참깨의 재배도 증가가 예상되며, 이에 대비한 참깨탈립작업의 기계화가 필요하다.

참깨 탈립작업의 기계화를 위하여 관행의 막대기 타력 작업과 같은 탈립작업을 획기적으로 개선하여, 참깨 줄기에서 탈리된 미탈립 꼬투리까지도 탈립 가능한 참깨자동탈립기계의 개발이 필요하다.

또한 참깨를 예취 후 건조하는 과정에서 포장으로 참깨 종자가 소실되는 것을 방지함과 동시에 묶어 세우는 작업을 편리하게 하고, 우천 시에 강우와 강한 비바람을 동반한 태풍에도 전도가 되지 않도록 비가림 건조대의 개발이 동시에 필요한 실정이다.

이와 같이 참깨 탈립기계와 비가림 건조대의 개발에 의하여 관행의 3~4회 탈립 작업을 단 1회 기계탈립작업이 가능하게 된다.

이러한 목적을 달성하기 위한 연구 개발내용으로는 다음과 같다.

1. 참깨 비가림 건조대의 설계 제작 및 효용성과 성능평가
2. 회전원추 원리를 미탈립 꼬투리의 탈립에 적용 연구 개발
3. 크랭크 레버 기구를 이용한 타력식 탈립장치의 연구 개발
4. 협잡물과 참깨종자의 효율적 분리 방법을 위한 풍선 장치 연구 개발
5. 비가림 건조대 이용한 타력식 탈립작업기계의 성능평가
6. 비가림 건조대 및 참깨 탈립용 작업기계의 산업재산권 출원 및 등록

7. 개발기계의 산업화 기술이전으로 농가에 보급 촉진
8. 탈립방법에 따른 탈립참깨의 발아생육 비교
9. 관행작업과 기계작업의 참깨 탈립 작업 능력 비교

IV. 연구개발 결과 및 활용

관행 작업에 의한 참깨의 탈립작업을 생력기계화를 위하여 참깨줄기로부터 탈리된 꼬투리까지도 재탈립 가능한 참깨탈립용 작업기계를 개발하였다. 또한 관행의 3~4회 반복 탈립의 작업을 단 1회 탈립만으로 참깨탈립이 완료 가능하도록 참깨 비가림 건조대를 설계하여 개발하였다.

이러한 참깨탈립용 작업기계와 비가림 건조대의 연구결과 및 활용방안은 다음과 같다.

1. 참깨의 교반선별에서 참깨 종자의 선별에 필요한 최적 체망을 구하기 위하여 KS 규격 No.6~14의 6개 종류의 표준체를 사용하여 실험하였다. 참깨가 체망을 통과하는 체망실험 결과는 표준체 No.8(체눈크기 2.36mm)이 참깨의 선별체망에 적당하다.

2. 관행의 참깨탈립작업은 2~3회 많게는 4회까지도 탈립작업이 필요하지만, 참깨 비가림 건조대를 사용하여 건조하는 경우 건조기간의 일기 상태에 관계없이 1회의 탈립만으로 탈립작업이 완료 가능하다.

3. 참깨 단의 평균 직경이 8.4cm이고, 1개 단에는 평균 21주로 결속되어 잇는 참깨단은 비가림 건조대 1대에 44단을 거치하여 건조 가능하다. 100평의 수확 참깨는 3대의 비가림 건조대에 거치 건조 가능하다.

4. 참깨 단을 묶어 세워 포장에서 건조하는 경우에 참깨 꼬투리의 자연 개열에 의한 참깨 종자는 땅에 떨어져서 소실이 발생한다. 건조대를 이용하여 실험한 결과 참깨의 건조 작업에서 건조대를 사용함으로써 하여 건조과정에서만 참

깨 종자가 소실될 수 있는 량이 총 수량의 5%에 해당하며, 결국 건조대의 사용은 참깨종자 5%의 증수 효과가 발생된다

5. 참깨 비가림 건조대는 참깨 재배 현장에서 실용성과 효능성이 인정되어 (주)광진기업에 산업화 기술이전계약이 체결되었다. 또한 (주)광진기업은 “참깨 비가림 건조대[®]”를 생산 종목으로 제안하여 경상북도 지정 벤처기업으로 선정되어 참깨 주산지에 보급이 촉진되도록 하였다.

6. 수평 연속 투입 타력식 탈립기에서 투입부의 체인 이송속도 8.4m/min에 대하여 참깨단의 투입속도 18단/min 조건으로 기계탈립을 한 경우에, 인력작업에 비하여 상대적으로 탈리된 꼬투리나 부러진 줄기가 포함된 헝잡물이 더 많이 발생되었다. 또한 수평 연속 투입의 타력식 탈립 방법을 이용한 기계탈립 작업에서 1회 차에서 90.3%, 2회 차에 6.4% 그리고 3회 차에 3.3%가 탈립되었다.

7. 참깨단을 거꾸로 세워 수직으로 연속으로 1분에 21단 투입하고, 참깨단의 측면에서 타격 탈립하는 시작기에서, 참깨 줄기로부터 탈리된 꼬투리에서의 탈립량을 제외한 순수 탈립율은 1회 차에서 98.5% 탈립율을 나타내고 있다. 이 경우의 기계탈립율을 1회차 인력탈립에 비하여 2.7배의 탈립 성능을 나타내고 있다.

8. 수직 투입 측면 타격탈립 방법의 시작기에서, 1회차 탈립 작업에서 수확 참깨의 97.2%의 매우 높은 탈립 효과를 나타내고 있으며, 2~3회 차에서는 2.8%의 탈립율을 나타내고 있다.

9. 이러한 탈립 결과 분석에서, 관행방법의 탈립은 최소 3회 이상의 탈립작업이 필요하지만, 기계탈립의 경우는 비가림 건조대를 이용하여 충분히 장시간 건조하여 탈립작업을 하는 경우에, 전체 수확량의 2.8%의 수확량을 포기한다면 1회 탈립만으로 수확을 완료할 수 있다.

10. 탈립작업을 기계화하기 위하여 비가림 건조대를 이용한 건조가 관행에 비해 1회 탈립작업에서 90% 이상이 탈립되므로 탈립 회수가 줄어들어서 탈립작업시간을 단축시킬 수 있었다. 탈립에 소요되는 시간 역시 10a에 18분 정도

가 소요되어 13.9시간의 관행(인력)작업에 비해 효율적인 것으로 나타났다.

11. 비가림 건조대를 이용한 참깨 건조는 품질을 향상시켜 관행의 수취가격에 비해 kg당 1,000원 이상의 부가가치를 가져왔으며, 관행 건조 시 자연 낙곡되어 수량과 연결되지 못하던 1kg/10a를 증수된 소득 효과가 있었다. 또한 관행 건조를 위해 4단씩 묶어 세우는 작업을 생략할 수 있어서 노동인력을 타작업으로 배분하는 효과를 볼 수 있었다.

12. 경영비 비교에서는 기계작업의 경우 인력에 비해 723,000원/ha의 소득이 증가되는 것으로 나타났다. 탈립기 가격을 2백만원, 비가림 건조대의 가격 60만원으로 가정한다면 10ha 참깨 재배로 기계화 당해 연도에 기계 구입 비용을 충당할 수 있는 것으로 나타났다.

SUMMARY

I. Title

Development of sesame shattering machine with the rotating cone

II. Objective and Significance of the Research

The action of anti-oxidation of anti-oxidant in sesame seeds slows down the aging process of human body, and linoleic acid prevents arteriosclerosis by removing cholesterol in blood vessel. Sesame seeds which have forementioned benefits are used broadly among people as seasonings after being processed as oil and processed sesame seeds with salts.

The area in Korea used for sesame cultivation was around 20,000 ha prior to the 1970s, but the size of the area and the volume have increased to 40 ha and 32,000 tons in 2000. Korea ranks 15 in the world in terms of the size of the cultivation area of sesame, but the productivity per unit area is quite high so that Korea is one of the top 10 countries in the world in terms of sesame production.

There are several developed machines which can be used for sesame cultivation namely seeding machine with plastic film mulching, cutting and binding machine, shattering machine, separator, etc. However, the machine that can shatter the detached pod from stems coming from cutting, drying and shattering process and separate the seeds from other things

arising has not been developed yet. Moreover, threshing machine which has been developed and distributed can be used for rice and soybean but is not proper to use for shattering of sesame seeds since ripening is not consistent.

Shattering machine that we intend to develop through this research, has different usage, principle and function from the thresher which detaches the grain or kernel from stems of rice or soybean crops, in terms of its structure and theory. There are three ways to shatter sesame seeds. First is impact type shattering work which has been performed traditionally using Doriggae(traditional stick shattering device) or stick. Second and third are threshing work which has been used for rice or barley. If you shatter in these ways, you shatter first and dry crops and conduct second and third round of shattering. Therefore, you usually be faced with many difficulties in shattering the pod detached from sesame stem whenever you harvest the crops.

Therefore, we intend to develop a machine which can shatter the pod, having seeds detached from sesame stems. The machine developed through this research composes of impact type shattering device using lever crank mechanism and rotating corn shattering machine that can shatter the pod detached from sesame stem.

Together with this machine, rain proof drying stand is necessary to be developed. The traditional way of shattering sesame seeds from the pod is that first you have to dry a group of bundles collecting 3-4 bundles together. One bundles consists of around 15-25 plants. When properly dried sesame pod starts to open, a farmer spreads out tents or thick plastic sheets on the field and then hold a sesame bundle on the one hand and shatter the pods

by hitting the dried bundle with a stick on the other hand.

But the problem is that in August and September when sesame is cut and dried, due to seasonal rain and typhoon the bundles of sesame are liable to fall and wet so that the seeds are lost and soil is mixed with sesame stem. Consequently, farmers come to miss the appropriate shattering time of sesame.

Such damages, in turn, decrease the quality and yield of sesame seeds drastically. For some extreme cases, farmers give up harvesting because they lose the chance to conduct shattering work as sesame bundles rot due to prolonged rain.

In order to resolve above mentioned difficulties occurring in the course of drying sesame bundles after harvest and to prevent deterioration of the quality as well as minimize the loss of sesame seeds in the process, We developed rain proof drying stand to make bundling and erecting work for the solar drying more convenient and prevent bundles from falling by typhoon with strong wind and rain. The most epochal point of this rain proof drying stand is that farmers can complete the harvesting process only by conducting 1 round of shattering unlike conventional 3-4 rounds.

III. Contents and Scope of the research

After the government implements direct payment for field crop cultivation as a counter measure for the rice industry in Korea, cultivation of field crops increases and therefore, it is expected that sesame farming will also increase. Then it leads to the need for mechanization of sesame harvesting such as shattering work.

To mechanize shattering work, it is necessary to develop automatic shattering machine which shatter even the pod detached from stems by significantly improving shattering work performed in a traditional way by using a stick.

In addition, it is necessary to develop rain proof drying stand to prevent the loss of sesame seeds in the process of harvest and dry, to make the process of tying and holding up the bundles convenient and to prevent bundles from falling by typhoon with strong wind and rain.

Thanks to the development of shattering machine and rain proof drying stand, farmers can complete the reaping process only by conducting 1 round of shattering work unlike conventional 3-4 rounds.

The detail contents of the development to achieve above mentioned objectives are as follows:

1. Designing and performance test of rain proof drying stand for sesame.
2. Research on the method of applying the principle of rotating corn to sesame pod shattering
3. Development of impact type shattering device using crank lever mechanism
4. Development of high performance sesame seed blower
5. Performance test on impact type shattering machine using rain proof drying stand
6. Patent registration of rain proof drying stand and sesame

shattering machine

7. Transfer the technique to the firm and supply the developed machine with farmers

8. Comparison of germination rate and seedling growth of sesame in terms of shattering methods.

9. Comparison of shattering performance between conventional and mechanized works.

IV. Results of the Research and Suggestion for the Application

To mechanize the traditional process of shattering work for sesame, we developed a machine that can shatter the pod detached from stem. In order to complete the process of shattering with one round, we designed and developed rain proof drying stand.

Results of the Research and suggested application of sesame shattering machine and rain proof drying stand are as follows:

1. In order to calculate the optimal size of a sieve required for sesame seeds selection, we used 6 types of standard sieves from KS standard No 6 ~ 14 in the experiment. According to this test, the standard sieve No.8(size 2.36 mm) was determined as the optimal for sesame seed selection.

2. Conventional shattering work for sesame seeds required 23 to 4 rounds of shattering. But, if rain proof drying stand was used, sesame bundles could be fully dried regardless of weather condition and 1 round of shattering whether it was by hand or by machine,

was enough to harvest. By using this stand, 2/3 of labor could be saved compared with the conventional procedure.

3. One rain proof drying stand could hold 44 sesame bundles. One bundle was 8.4 cm diameter and comprise of 21 sesame plants. It needed three drying stands to cover 100 Pyung(330 m²)

4. In case of drying sesame bundles by tying and making them stand in field, sesame seeds by natural opening of sesame pod are liable to be lost. The result of the test using rain proof drying stand showed that the total loss of sesame seeds during the dry period, accounts for 5% of the total production. It means that if rain proof drying stand is used, 5% of sesame seeds can be saved because shattered seeds by natural opening can be collected using by the stand.

5. The practicability and efficiency of rain proof drying stand for sesame seeds were recognized at sesame cultivation farms, so that the contract of technology transfer for commercialization was made with Gwangjin Corporation. Then, this Corporation was selected as one of the designated ventures by Gyeongsangbuk-do and is promoting distribution of this machine in main producing districts.

6. If machine shattering was conducted at the conveying speed of 8.4m/min of side-hit shattering machine with horizontal input system and 18 bundles/min of input rate, relatively more inert matters such as detached pods or cracked stems were occurred than when the work was conducted by hands.

The percentage of shattering of machine using side-hit impact shattering method with horizontal input system was 90.3% at the 1st round, 6.4% at the 2nd and 3.3% at the 3rd round.

7. At a test trial of the side-hit shattering machine with the 21 bundle/min of the input rate, when the sesame bundles were inputted reversely the shattering performance of first round was 98.5 percentage, which was the 2.7 folds than that of horizontal input. The performance was calculated by excluding the seeds which was shattering by detached pods from the stems.

8. When the side-hit impact shattering machine with vertical input system was used, 97.2% of sesame was gained marking very high efficiency in shattering at the 1st shattering process. Subsequently, at the 2nd and 3rd shattering, the percentage of shattering was 2.8%.

9. According to the test, shattering was able to be completed with 1 round by using machine on the condition that sesame plant was fully dried for enough time by using rain proof drying stand, while conventional measures required at least 3 rounds of shattering. Yet, there will be 2.8% loss if harvest is done by one round shattering using this shattering machine.

10. Working hour of shattering using by rain proof drying stand was shorter than that of the conventional. Shattering machine by the drying stand could shatter more than 90% the sesame seed by one round so that it reduced the number of shattering rounds. Work hour of shattering per 10a was 18 minutes and 13.9 hours in shattering using by the stand and the conventional, respectively.

11. Drying using by rain proof dryin stand improved the quality of sesame seeds, resulting in add 1,000 won value per kg seeds, and increased the yield by 1kg/10a by collecting the naturally shattered seeds. In addition, sesame farmers are not needed to

bundle the sesame plants and elect by four bundles in order for the conventional drying

12. Mechanized shattering resulted in increase of sesame farm income by about 720,000 won/ha by reducing the operating cost. Letting the prices of shattering machine and drying stand are 2 millions Won and 6 millions Won, respectively, if the farmer cultivates more than 10 ha sesame, it is possible to get to the break even point of purchasing costs of two machines in the first year.

CONTENTS

SUMMARY	(9)
CONTENTS	(17)
Chapter 1 Introduction	(23)
Section 1. Origin and Practice Use of Sesame	(23)
Section 2. Necessity of the research	(23)
Section 3. Objectives and contents of the research.....	(30)
Chapter 2. Theory about sesame shattering machine	(33)
Section 1. Introduction of sesame.....	(33)
Section 2. Mechanization of cultivate sesame.....	(35)
Section 3. Mechanism of lever crank	(39)
Section 4. Design theory of feeding equipment.....	(44)
Section 5. Theory of sieve	(49)
Chapter 3. Development of drying stand for sesame	(52)
Section 1. Introduction about dryness of sesame.....	(52)
Section 2.Principle and composition of drying stand for sesame	(58)
Section 3. Design and manufacture of drying stand for sesame	(62)
Chapter 4. Design and manufacture of crank lever type prototype(75)
Section 1. Composition of shattering machine	(75)
Section 2. Operation principle of prototype	(75)
Section 3. Design and manufacture	(76)
Chapter 5. Feeding and shattering equipment of capsule	(97)
Section 1. Composition and principle.....	(97)
Section 2. Design and manufacture	(98)
Chapter 6. Prototype about horizontal directional input of sesame bundle.....	(109)

Section 1. Composition and working principle	(109)
Section 2. Distribution diagram of prototype	(109)
Section 3. Design and manufacture	(111)
Chapter 7. Prototype about vertical directional input of sesame bundle	(123)
Section 1. Composition and working principle	(123)
Section 2. Distribution diagram of prototype	(130)
Section 3. Design and manufacture	(132)
Chapter 8. Performance test of developed sesame shattering machine	(149)
Section 1. Sieve test	(149)
Section 2. Performance test of dryness stand for sesame.....	(151)
Section 3. Performance test of prototype about horizontal directional input of sesame bundle	(158)
Section 4. Performance test of prototype about vertical directional input of sesame bundle	(169)
Chapter 9. Technology transfer ceremony for industrialization.....	(179)
Chapter 10. Conclusions	(185)
Reference	(188)
Chapter 11. Germination, growth and operating costs of shattered sesame.....	(193)
Section 1. Introduction.....	(193)
Section 2. Germination, growth and operating costs of shattered sesame.....	(193)
Section 3. Results and Discussion	(193)
Section 4. Conclusions	(207)
Reference	(209)
Appendix	(210)

목 차

제출문	(1)
요약문	(3)
SUMMARY	(9)
CONTENTS	(17)
목차	(19)
제 1 장 서론	(23)
제 1 절 참깨의 유래와 활용 현황.....	(23)
제 2 절 연구 개발의 필요성.....	(26)
제 3 절 연구개발의 목표 및 내용	(30)
제 2 장 참깨 탈립기 개발 관련 이론.....	(33)
제 1 절 참깨 개요	(33)
제 2 절 참깨 기계화 재배	(35)
제 3 절 레버 크랭크 기구	(39)
제 4 절 이송장치 설계 이론.....	(44)
제 5 절 চে망 이론	(49)
제 3 장 참깨 비가림 건조대 개발.....	(52)
제 1 절 참깨 건조 개요.....	(52)
제 2 절 참깨 비가림 건조대 구성 및 원리.....	(58)
제 3 절 참깨 비가림 건조대의 설계 제작.....	(62)
제 4 장 크랭크 레버 기구형 시작기 설계 제작.....	(75)
제 1 절 탈립 작업기계의 구성.....	(75)
제 2 절 시작기의 작동 원리.....	(76)
제 3 절 설계 제작.....	(79)
제 5 장 꼬투리 이송 및 탈립장치	(97)
제 1 절 구성과 원리.....	(97)
제 2 절 설계 제작.....	(98)

제 6 장 수평연속투입형 시작기.....	(109)
제 1 절 구성과 작동원리.....	(109)
제 2 절 시작기 계통도.....	(109)
제 3 절 설계 제작.....	(111)
제 7 장 수직투입 측면 교반형 시작기	(123)
제 1 절 구성과 작동원리.....	(123)
제 2 절 시작기 계통도.....	(130)
제 3 절 설계 제작.....	(132)
제 8 장 성능평가	(149)
제 1 절 체망 실증실험.....	(149)
제 2 절 참깨 비가림 건조대의 성능 평가 실증실험.....	(151)
제 3 절 수평 투입 시작기 성능평가.....	(158)
제 4 절 수직 투입 시작기 성능평가.....	(169)
제 9 장 기술이전 산업화	(179)
제 10 장 결론	(185)
참고 문헌	(188)
제 11 장 탈립 참깨의 발아, 생육, 경영비 비교	(193)
제 1 절 서론.....	(193)
제 2 절 탈립 참깨의 발아, 생육, 경영비 비교.....	(198)
제 3 절 결과 및 고찰.....	(206)
제 4 절 결론.....	(207)
참고문헌	(209)
부록.....	(210)

세 부 과 제

참깨 탈립용 작업기계의 설계 제작 및 성능평가

연 구 기 관 : 안동정보대학

연구책임자 : 이종수

연 구 원 : 이진현

연 구 원 : 김덕현

연 구 원 : 이승훈

공 란

제 1 장 서론

제 1 절 참깨의 유래와 활용 현황

참깨는 기원전 3,000년경 인더스 문명 유적으로부터 탄화된 참깨가 다수 출토되어 그 시기에 이미 참깨가 재배되었음을 알 수 있다. 그 당시 참깨는 대량생산되어 식용뿐만 아니라 가로등의 등유로서도 사용되었다고 전해진다. 또한 인도에서는 불교나 이슬람교 등의 예식이나 종교 관련 음식과도 관련이 있었으므로 참깨의 이용이 전국적으로 확대되었다. 또한 스리랑카, 인도차이나 반도, 인도네시아에서의 참깨가 재배된 것도 오래되어 불교의 전파와도 관련이 깊다

우리 나라에서는 언제부터 참깨가 식용으로 이용되었는지는 기록이 확실하지 않지만, 참깨 관련 기록은 일연선사가 1285년에 펴낸 삼국유사에 호마유가 처음 나온다. 식품이 아니라 등유로 사용된 것이지만, 4~7세기의 삼국시대에 이미 참깨와 참기름을 사용하고 있었던 것이다. 송나라의 서긍은 1123년에 고려 사회의 풍물을 저술한 선화봉사 고려도경 제23권 중예편에 참깨가 고려의 주요 농산물의 하나로 재배되고 있었다는 기록을 남겼다.

참깨는 전통적인 조미료로서 기름과 깨소금 등으로 가공하면 우리 식탁의 중요한 반찬 재료이다. 또한 참깨는 중동의 북아프리카 아라비아 사막이 원산지로 항산화 성분이 다량 함유되어 있어 사막의 뜨거운 기후에서도 물과 참깨를 섞어 갈아 만든 참깨죽이 유목 원주민의 주식이 될 정도로 산패를 억제하는데 강력한 효능을 갖고 있다. 또한 고대 이집트 제왕의 미이라를 제작할 때 참기름을 사용하였다고 한다. 참깨에 들어있는 항산화 성분의 강력한 산화억제작용은 인체의 노화를 억제하여 젊음을 유지할 수 있게 하여준다.

참기름을 구성하고 있는 지방산 중에서 50% 이상을 차지하는 리놀산은 인

체에서 합성할 수가 없어서 외부음식에서 섭취해야만 하는 필수 비타민 F이다. 리놀산은 인체의 혈관에 낀 콜레스테롤을 녹여 없애서 동맥경화증을 예방하는 효능이 있다고 알려져 왔다.

세계에서 발생된 고대 농경문화의 주요 식량은 맥류, 벼, 옥수수, 잡곡류, 서류 등으로서 이것들은 모두 전분성 먹거리이다. 이러한 먹거리는 처음에는 그대로 단독으로 이용되어 왔지만, 곧 여러 가지로 가공되어 식용으로 이용되었다. 즉 전분성 식품 이외에 인간이 본능적으로 요구하는 식품, 그것은 영양적으로도 균형이 잡힌 단백질, 유지(油脂), 미네랄 등의 섭취였다는 것은 말할 것도 없다. 이들 중 밀이나 벼 등의 주식이나 그 밖의 부식가공이나 조리에 큰 역할을 했던 것이 식물성 기름이다.

표1-1 이용형태

구 분	이용 형태
입 식	삶거나 밥을 지음, 볶음(깨소금), 구움(전병) 바르거나 문힘(떡과자, 생선의 배를 갈라 말린 것) 후리카케(주먹밥, 적반)
분 식	바르거나 문힘(과자, 떡, 경단), 후리카케(과자, 죽) 고물(과자류)
페이스트식	바르거나 문힘(차파티, 떡, 경단), 무침(각종 참깨무침), 고물(양갱, 만두나 찐빵)
기름 이용	삶음(두부, 우엉, 표고 등을 기름에 조려서 조미한 음식을 넣은 장국), 볶음(볶음밥, 야채볶음), 무침(샐러드 드레싱), 튀김(텐부라, 크로켓, 기름과자류) 바름(면가공류)
기타 이용	참깨된장, 참깨두부, 참깨 마가린고 버터, 참깨식초, 참깨 미림(누룩을 섞어 짜낸술로 조미료로 이용), 참깨라유

이러한 기능성을 갖는 참깨는 표1-1과 같은 폭넓은 이용 형태를 갖고 있다. 인간 생활에서 활용도가 많은 참깨는 표1-2에서와 같이 재배 면적은 1970년대 이전까지는 2만여 정보에 불과하였으나, 70년대 이후 재배 면적과 생산량

은 꾸준히 증가하여 2000년에는 40ha 재배면적에 32천톤에 이르고 있다. 세계에서 국내 참깨가 차지하는 위상은 재배면적은 세계 15위이지만, 단위 면적당 세계 10위에 속하는 참깨 생산 및 소비 국가이다.

참깨 소비량은 매년 증가하여 2001년 수요량은 1인당 2.65kg, 전체적으로는 126천 톤으로 증가할 전망이다. 참깨재배 농가는 469천 호에 달하고 있으며, 매년 2천억원 이상의 소득을 올리고 있는 국민 전통기호 식품으로 되어있다.

표 1-2 참깨의 생산추이 비교('98 FAO통계연보)

구 분	1970	1985	1990	1995	2000	한국	세계	순위
재배면적(천ha)	25.8	73.4	58.3	52.2	44.3	49	6.706	15
단수(kg/ha)	40.3	55.6	65.4	61.0	72.0	64.8	342(평균)	6
생 산 량(천톤)	10.4	40.8	38.1	31.9	31.7	33	2.292	10

그러므로 현재 연간 약 3만 톤에 달하는 국내 생산량을 앞으로 6만 톤까지 끌어 올려 자급할 수 있다면 국내수요의 충족과 동시에 농가소득 향상이라는 두 가지 목표를 동시에 달성할 수 있을 것이다.

참깨 가격이 비싸고 안정적 이여서 농민이 재배하고자 하는 의욕은 많지만 파종부터 수확까지의 전 재배과정이 인력에 의존하고 있어서 노동력 수요가 많을 뿐 아니라, 최근 갈수록 심화되고 있는 농촌 노동인력의 고령화에 따라 노동력 확보에 어려움과 노임상승으로 재배를 포기하는 농가가 점점 추세에 있다.

따라서 우리 나라의 경우는 경작규모가 작은 소농은 점차 소멸되고 중농 내지 대농으로 변화되어 더욱 규모를 넓혀 가는 것이 바람직하다. 호당 참깨 경작면적이 200평에 불과한 현 실정에서 경작 규모를 확대하고, 참깨의 재배를 생력기계화 일관작업체계 기술을 개발하여 생력화가 필요한 시기이다.

제 2 절 연구 개발의 필요성

1. 기술적 측면

참깨는 벼, 콩, 고추 다음으로 재배 면적이 많은 작물로서, 단위 면적당 수확량이 국제 평균의 2배에 달하고 있다. 재배면적은 세계 15위, 생산량은 세계 10위에 이르고 있으며, 경북의 예천 안동 지방에는 재래종 참깨를 생산하는 주산단지를 이루고 있다.

이러한 참깨 재배에 적용이 가능한 작업기계는 비닐피복과중기, 예취결속기, 탈곡기, 선별기 등이 개발되어 있으나, 건조이후 탈립 작업과 탈립에서 발생하는 미탈립 꼬투리의 처리 그리고 헝잡물의 제거에 따른 정선작업 등이 가능한 작업기계는 개발이 부진한 실정이다. 단지 진동방식의 자동탈립장치(특허 0169293)가 개발되어 있는 상태로서, 관행방식을 응용한 타력식 작업기계는 개발이 되지 않은 상태이다.

표 1-3 참깨 재배 기계화 진행 현황

작업구분	진행 정도	작업기계
본포 준비, 관리	보급단계	경운기, 트랙터
과 중 작업	보급단계	비닐피복과중기
수확결속 작업	보급단계	예취결속기
건조 작업	자연건조	건조기
탈립 작업	초기단계	진동식, 교반식, 탈곡식
정선·선별 작업	보급단계	정선·선별기
상품화된 농산물	집하포장	집하 포장기

이미 개발 보급되고 있는 탈립기계는 벼, 콩 등에 주로 가능하며 실제 참깨의 탈립에는 숙기가 일정하지 않기 때문에 부적절한 기능적인 면이 있다. 탈립 대상 작물의 기계화 정도는 표 1-3과 같으며, 예취 결속 후 탈립작업은 인력

으로 작업되고 있는 실정이므로 탈립 작업기계 개발이 필요하다.

본 연구 개발에서 타력식 탈립기는 구조와 원리에 있어서 곡류나 두류의 줄기에서 열매를 탈리시키는 탈곡기와는 원리와 용도 기능면에서 다르다. 곡물의 탈립 방법은 그림1-1과 같이 관행의 탈립작업, 기존의 벼, 보리 탈곡용의 탈곡식 탈립작업, 교반식 탈립작업이 있다. 그러나 참깨의 탈립작업은 1회 탈립 후, 재차 건조하여 2~3회 탈립이 이루어지며, 탈립작업 때마다 발생하는 미탈립 꼬투리의 탈립 처리 작업에 애로가 발생하였다.

이러한 참깨의 줄기에서 떨어져 나온 미탈립 꼬투리의 탈립까지도 가능한 기술 개발이 본 연구의 타력식 탈립장치와 미탈립된 꼬투리를 탈립하는 회전원추를 부착시킨 설계의 참깨탈립기이다. 타력식 탈립기에 부착되는 회전원추 원리는 본 연구개발자가 산업재산을 출원(발명특허 제0326731호, 실용신안 등록 제0249179호)하여, 회전원추형의 마늘 쪽분리기를 개발(99년 농림부 현장애로기술개발사업)하여 기술이전 산업화시킨 사례가 있다.

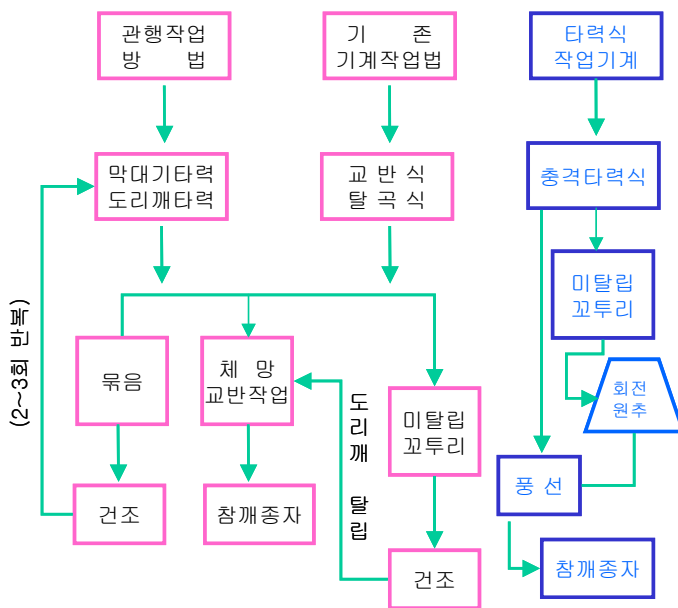


그림 1-1 탈립 작업 메커니즘 비교

재래의 관행 방식에 의한 참깨 탈립작업 과정은 그림 1-2와 같다. 예취된 참깨의 줄기를 20~30주 단위로 묶은 참깨 단을 3단 또는 4개 단을 1개조로 세워 건조시킨다.

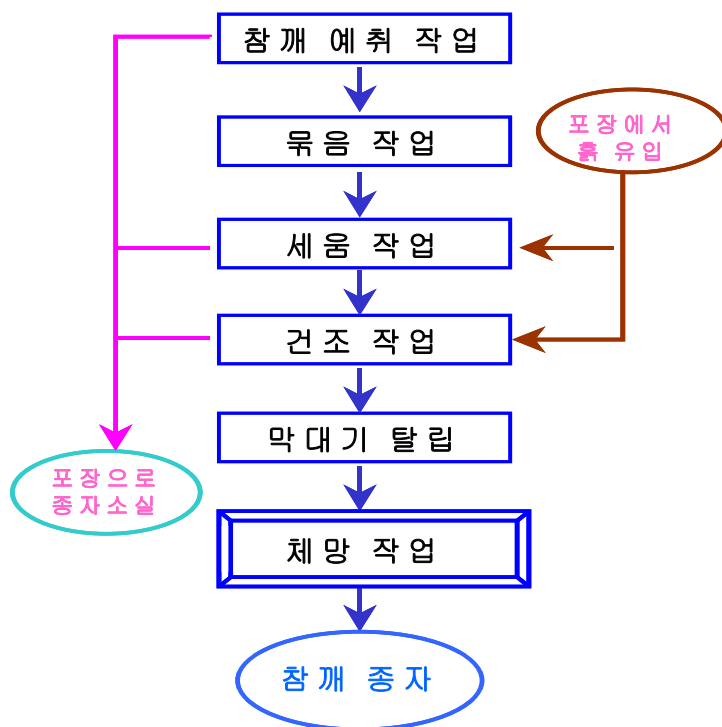


그림 1-2 관행방법의 탈립작업

어느 정도 건조가 시작되고 참깨 줄기의 하부에서부터 건조되어 참깨 꼬투리가 개화되기 시작하면, 포장에서 천막이나 두꺼운 비닐(예전에는 명석 또는 이불 호칭)을 깔고, 그 위에서 농부가 결속된 단을 한손에 들고, 다른 손으로 막대기로 깨단을 타력하여 탈립한다. 한번 탈립작업으로 완전한 탈립이 어려우므로 깨단을 재차 결속 후 건조하여 재차 타력 탈립을 수행한다. 타력에 의한 깨는 바닥에 종실과 잎사귀 꼬투리 및 이물질로 누적되고, 이들을 다시 체나 키로 걸러서 참깨종자와 부산물을 분리한다.

또한 미탈립된 꼬투리는 건조시킨 후, 다시 비비거나 작대기로 타력하여 체

로 걸러 헝잡물과 참깨종자를 분리하는 이중 작업으로서, 일관된 작업이 가능한 탈립기의 개발이 필요하다.

이러한 타력식 탈립은 농가의 마당이 반드시 필요하지만, 현대식 농가의 주거 환경이 양옥 슬라브, 심지어는 아파트 등의 주거형태로 변모하고 있기 때문에 농가의 탈립 작업용 마당이 없어지는 추세이다. 따라서 수확마당이 없어지는 실정의 주거환경에서 볼 때 참깨 탈립기의 개발이 필요한 실정이다.

2. 경제·산업적 측면

쌀의 과잉 생산에 따른 정부의 쌀산업 종합 대책으로 전작 보상제를 실시하고 있다. 이 정책으로 말미암아 다각적인 부분에 파생되는 문제점 중에서 우려되는 부분이 수도작 재배면적 축소로 수도작용 농기계의 영농투입 효과는 감소하며, 반대로 발농사용 농기계의 사용율은 증가가 예상되고 있다. 따라서 발농사 기계화의 요구가 증대되고 있으며, 참깨 등과 같은 소규모 산간지 농업 특색을 지닌 지역에서는 탈립기의 개발이 필요한 실정이다.

국내에서 재배되는 참깨는 중국산 대비 10배정도 생산비용이 높으며, 탈립 작업의 노동비용을 줄이고, 작업환경개선, 경영비 절감을 위하여 생력화된 저비용의 탈립용 작업기계의 개발이 요구된다. 참깨 등의 수확시기가 일시적 노동수요가 집중되는 가을 수확기에 있어서, 탈립작업에 필요한 인력 수급이 어려워 농촌 인건비의 일시적 상승을 초래할 여지가 있다. 따라서 탈립기계 개발에 따라 부족 노동력의 확충과 타 작목의 수확 작업 지원이 가능하므로, 탈립기의 개발이 필요하다.

탈립용 작업기계 보급은 산간지 농업지역 소규모 영농 형태의 참깨 생산 농가에서만 제한된 수요가 발생되어 대량생산에 의한 보급이 어렵기 때문에 공익기능의 대학에서 기술을 개발하여 지역 중소 농기계제조업체와 협력에 의한 주문형 생산 보급이 필요하다.

따라서 경영적인 측면에서 지역 농기계 중소제조업체에서 개발 제작 도면에 의하여 저가로 주문형으로 제작 및 생산을 할 경우, 농가의 기계구입 부담도

경감되지만, 지역 농기계 제조 업체의 육성과 지역 경제 활성화에도 기여할 수 있다. 이러한 개발기계의 특징은 동력발생부, 타력부, 교반부, 원추회전부로 구성된 기계는 단순한 원리로 되어 있어서 고장이 적고, 콤팩트한 설계에 의하여 공간 점유가 적다.

제 3 절 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발 목표

- 정부의 쌀 산업 대책에 따른 전작 보상제 실시로 밭작물의 재배 증가와 함께 참깨의 재배도 증가가 예상되며, 이에 대비한 참깨탈립작업의 기계화
- 참깨 탈립 작업의 기계화로 생산비 절감, 작업환경 개선, 노동투하 감소 등에 따른 농가의 소득증대 목표.
- 관행의 막대기 타력작업에 의한 탈립작업을 획기적으로 개선하여, 참깨 줄기에서 탈리된 미탈립 꼬투리까지도 탈립 가능한 참깨자동탈립장치의 개발
- 개발기계를 발명특허 및 실용신안에 출원 등록하여 산업 재산권 확보 및 개발 기계를 중소 농기계 제조업체에 기술 이전하여 산업화 실용화 달성으로 참깨탈립작업의 기계화 달성.
- 최종 수요자인 농민에게 보급이 촉진될 수 있도록 기계 작동원리가 단순하고 간단한 형상의 저가격의 기계설계
- 비가림 건조대를 이용하여 참깨를 건조한 후, 관행 작업과 기계 작업에서 단 1회만으로 탈립을 완료

2. 연구개발 내용

벼, 콩 등의 탈곡에 사용되어온 회전식 탈곡기는 속기가 달라서 3~4회 탈립 작업이 필요한 참깨의 경우에는 적용이 불가능하다. 따라서 참깨 탈립기계의 연구개발 내용은 표 1-4와 같다.

- 회전원추를 타력식 탈립기에 부착하여, 미탈립꼬투리 탈립에 적용 연구.
- 교반장치를 크랭크 레버 기구의 활용으로 작업기계를 단순하고, 협잡물과 참깨종자의 효율적 분리 방법 개발
- 탈립 작물의 손상을 극소화하는 최적 조건의 작업기계 적정 회전수 구명
- 1회 기계탈립이 가능하도록 참깨 비가림 건조대 개발

표 1-4 연구개발 내용

연구 목표	연구개발 내용 및 범위
비가림건조대 설계 제작	<ul style="list-style-type: none"> - 최적 조건의 비가림 건조대 설계 - 분해식 및 접는식으로의 개발 및 성능 평가
시작품 설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공시 재료 물성을 기계화에 접목 <ul style="list-style-type: none"> - 참깨 기하학적 물리적인 조건 설계 ○ 시제품 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 이송체인설계 - 충격교반식(타격식) 탈립장치 설계 - 회전 원추형 꼬투리 재탈립장치 설계 - 배출부 풍선부, 정선부 설계 - 동력 모터, 감속기, 동력전달 체계 설계 - 선별용 표준 체망 설계
시작품 제작	<ul style="list-style-type: none"> - 표준 설계도면 CAD 작업 - 프레임, 탈립 공간 및 양측 타력벽 제작 - 1차 탈립부 제작(이송체인, 회전 캠 등) - 회전원추 재탈립 장치 제작 - 협잡물 배출부 및 참깨 종자 집하부 제작 - 동력전달장치조립, 전력 공급 계통 배전판 제작 부착

연구 목표	연구개발 내용 및 범위
성 능 평 가	<ul style="list-style-type: none"> - 참깨 선별을 위한 표준체의 선정 실증 실험 - 참깨 비가림 건조대의 건조 능력, 소실량 계량 및 성능 평가 - 수평 연속 투입 방법의 시작기 탈립율 평가 - 수직 연속 투입형 최종기의 탈립율 평가 - 관행작업과 기계탈립작업과의 평가 비교 - 최종기의 성능 평가
기 술 이 전	-개발기계의 산업화 현장보급을 위한 기술이전 실시
산업재산권 출원	<ul style="list-style-type: none"> - 참깨 비가림 건조대의 산업재산권 출원 - 타력식 탈립 원리와 미탈립 꼬투리를 회전 원추내에서 분쇄 탈립하는 원리 및 제작 기계를 발명특허 및 실용신안 출원

제 2 장 참깨 탈립기 개발 관련 이론

제 1 절 참깨 개요

참깨는 파종 후 45일이 지나면 개화가 시작되면서부터 성장하는 무한화서의 특성상 기계화가 어려운 작물이다. 그러나 미국에서는 내탈립종목이 개발되어 파종부터 수확까지 기계화가 이루어지고 있으나 수확 손실율이 10~20%에 이르고 있어 내탈립품종의 개발이 계속 진행되고 있다. 그러나 우리나라의 경우 참깨 재배의 기계화가 진행중이며, 아직까지 탈립작업은 대부분 관행작업의 막대기 타력 탈립에 의존하고 있는 실정이다.

국내에서는 1960년대부터 본격적인 품종개발이 이루어져서 내병 다수성에 서 최근에는 기계화에 적응한 내병 다수성 내탈립품종 개발에 주력하여 화흑깨를 비롯 신품종이 농가에 보급되고 있으며, 비닐멀칭을 이용한 재배법의 보급으로 파종부터 수확까지 기계화 일관작업체계의 연구가 진행된 바 있다.

1. 참깨의 형상

참깨는 1년생 초본으로서 줄기의 횡단면은 사각형, 육각형, 원형 등이다. 분지는 일반적으로 열대성의 야생이나 원시재배종 일수록 그림 2-1과 같이 다분지형이 많지만 난온대성 개량종에는 소분지에서 분지가 없는 단일경형의 것이 많다. 분지형에는 상부분지(열대성)와 하부분지(온대성)의 2종류가 있으며 하부분지에서는 제3~5절째부터 분지되는 것이 많다. 반면 분지가 없는 단일경형은 제3~5절째에도 꽃이 피고 밀식이 가능하여 예취 특히 기계수확에 적합하다.

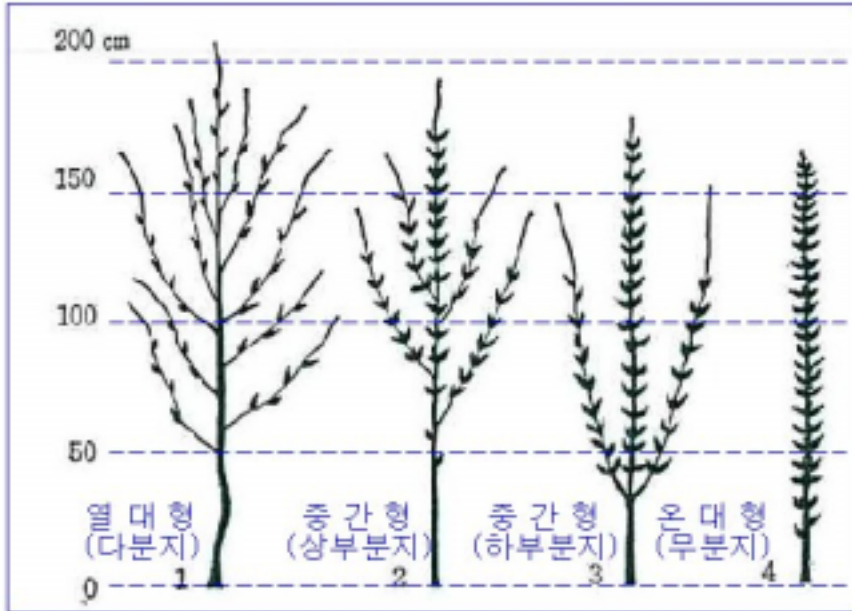


그림 2-1 잎을 제거한 초형의 비교

줄기의 각 마디에는 잎이 생기는데 잎의 형은 일반적으로 단엽이다. 대부분 품종에서 하부는 잎 둘레길이가 15~20cm 정도의 광엽을 나타내고, 상부로 갈수록 피침형으로 되어 작아지며 광합성에 유리하도록 상하잎이 겹치지 않은 초형을 유지한다. 일반적으로 수확기간이 다가오면 하엽이 황변됨으로써 수확시기임을 알 수 있다.

꼬투리(capsule)를 구성하는 심피(carpel)수의 변이에는 2심피와 4심피의 2종류가 있다. 1개 심피에는 종자가 들어있는 방실(loculus)이 2개씩 있기 때문에 2심피의 꼬투리에서는 4방실, 4심피는 8방실이 된다.

2. 생장과 수확

참깨는 적기에 파종해서 수분이 적당하면 2~3일내로 발아를 해서 5~6일 후에 자엽이 나온다. 파종 후 30일 전후에는 초장 20cm 정도에서 분엽이 5~

6엽이 된다. 35~40일 후에는 초장이 30~40cm가 되어 개화기에 들어가는데 순차로 위쪽을 향해 착화되고, 신장 생장기로 들어간다. 50일 후에는 더욱 급속한 성장을 하는데 하루에 2~3cm 정도의 생장세로 성화기에 들어간다. 70일 후의 초장은 약 130cm 정도에서 거의 종화기에 들어가는 단일식물의 특징으로 80~90일에서 수확할 수 있다.

참깨는 줄기 하부에서 상부로 향하면서 꼬투리가 등숙되어 가는데 일반적으로 상부의 꼬투리일수록 빠르게 성숙하는 경향을 보인다. 등숙이 완료되면 하부의 잎과 꼬투리가 녹색에서 황녹색으로 변한다. 등숙이 진행되면 하부의 꼬투리가 개열하기 시작하므로, 그 이전에 수확할 필요가 있다. 수확 적기로는 하부의 꼬투리가 개열하는 시기인 하부엽 또는 삭과가 황색을 띠는 시기를 기준으로 해서 예취한다. 예취한 것은 15~25주씩 결속해서 건조시킨 후 약1주일 정도면 말라서 개열하므로 탈립을 한다.

3. 참깨 품종

참깨의 품종은 변이가 많아 환경에 적응하는 능력이 큰 식물로서 약 3,000종 정도이다. 참깨 품종의 분류는 꼬투리와 그와 관련된 형질의 외부 형태적인 형질에 근거해서 이루어진다. 과종기에 따라 조생 중생 만생으로, 성숙기에 따라 조만성, 분지성으로 그리고 종피의 생상에 따라 백색, 황색, 갈색, 흑색의 4종으로 구분한다.

참깨의 종자는 편평한 계란형을 띄우고 있으며, 크기는 길이 1.5~4.0mm, 폭 1~2.0mm, 두께 0.5~1.0mm이며 종자 무게는 1,000립중이 1.82~5.01g의 범위이다.

제 2 절 참깨 기계화 재배

우리 나라 참깨 재배면적은 약 5만ha에 달하여 벼, 콩, 고추 다음의 제4위의 작물이다. 국산 참깨는 값이 중국산에 비하여 비싸기 때문에 참깨 재배로

얻는 총소득은 연간 약 3천 억원에 달하며 전국적으로 약 50만호의 농가가 참깨를 재배하고 있으며, 호당 평균 재배 면적은 0.07ha에 달하고 2ha(6,000평)이상의 대농이 전체의 약 20%에 달한다.

우리 나라의 참깨 생산성은 1970년대 이전까지는 300평당 약 30kg에 불과 하였으나 1970년대 후반부터 개발 보급된 신품종과 비닐 멀칭 재배기술을 비롯, 안전 다수확 재배기술이 확립 보급되기 시작하면서 단위 면적당 전국평균 수확량이 30kg에서 60kg대로 증가하였다,

이러한 수량성은 국제평균 30kg/10a를 2배 상회하는 수준으로 한국 참깨의 생산성이 세계 상위 그룹에 속하게 되는 전기를 마련하였다. 단위 면적당 수확량이 증가하고 재배 수익이 증가하자 참깨 재배 면적은 기하급수적으로 증가하여 1987년에는 고추면적을 능가하고 콩 면적에 육박하는 94,000ha까지 재배되면서 전국 3위의 대면적 재배 작물로 부상하기도 하였다.

1. 참깨 신 육성 품종 특성

참깨는 한반도에서 재배되어 온지 1,000~1,500년이 넘는 오랜 세월동안 한민족의 입맛에 길들여져 온 특용 작물이다. 주로 지방재래종과 미국 등지에서 도입한 종들은 순계 분하는 한편, 생산력을 검정하여 그 중 우수한 품종을 선발하여 농가에 보급하였으나, 표 2-1과 같이 현재와 같은 조직적인 신품종 종자개발 보급체계를 갖추지 못하였을 뿐 아니라 육종 역사도 일천하여 예천, 안동, 해남 등 지방재래종과 미국에서 도입, 순계 분리 선발한 90일 참깨가 전남 일부지역에서 재배되었다.

1960년대 중반부터 교배 종을 시작하여, 1972년에는 교배 육종 첫 신품종인 수원5호, 2년 후에는 수원9호가 육성되었으나, 두 품종 모두 종피 색이 갈색으로서 백색을 선호하는 국민기호에 부응하지 못하여 보급은 부진하였다.

1984년 돌연변이 육종에 의하여 안산깨가 보급되면서, 내병성, 깨끗한 종

피색, 다분지에 따른 결주 보상능력이 높은 특성으로 전국에 보급이 확산되어 3년만에 전국 참깨 재배 면적의 33%를 점유하게 되었다.

표 2-1 대표적인 참깨 품종

품 종 명	육 중 방 법	초 형	육성년도
안 동	순계분리	소분지	1960
해 남	순계분리	소분지	1961
90일 참깨	순계분리	다분지	1962
풍년개(수원26호)	교 배	소분지	1979
광산개(수원36호)	교 배	다분지	1981
단백개(수원41호)	교 배	소분지	1982
안산개(수원559호)	돌연변이	다분지	1984
유성개(수원68호)	순계분리	소분지	1985
수원개(수원122호)	돌연변이	소분지	1991
양백개(수원137호)	돌연변이	소분지	1994
양흑개(수원141호)	교 배	소분지	1995
풍산개(수원140호)	돌연변이	소분지	1995
화흑개(수원148호)	교 배	소분지	1997
순흑개(수원166호)	교 배	소분지	1999
한산개(수원158호)	돌연변이	소분지	1999
남다개(수원169호)	순계분리	소분지	2000
흑선개(수원170호)	교 배	소분지	2000

2. 기계화 일관 재배 기술

참깨의 국제 경쟁력 강화를 위하여 가장 시급한 문제는 파종부터 수확까지 재배과정의 수작업 의존을 탈피한 기계화이다. 벼는 재배과정에서 95%이상의 이앙기, 콤바인 등 농기계 보급율로 인하여 대규모 인력동원 없이도 대단위 면적에서 단시간에 영농이 가능하나, 밭작물은 현재까지도 기계 이용율이 불과 10%에도 미치지 못하고 있는 실정이다.

1987년 우루과이라운드를 전후하여 참깨의 생력기계화 일관재배 기술 개발

에 착수, 1994년까지 관리기 부착 비닐피복 파종기, 트랙터부착 비닐피복 파종기, 트랙터 부착 무피복 파종기, 트랙터부착 중경배토기, 예취 결속기, 탈곡기, 정선기 등 각종 기계들을 개발, 농가 실증 실험에 임하여 왔다.

김석현 등이 개발한 참깨기계화 일관기종은 총 7종(관리기부착 비닐피복파종기, 트랙터 비닐피복파종기, 예취결속기, 탈곡기, 선별기, 트랙터 무피복 파종기, 트랙터 중경배토기)인데 모든 기계기종은 범용의 다목적 기계이다.

하루에 3천평 정도 비닐피복과 파종이 가능한 비닐피복파종기가 1994년 초기에 개발이후 1999년 현재와 같이 두둑형성·제조제살포·파종 장치까지 장착된 트랙터 비닐피복 파종기가 개발되었다

예취 결속(잘라묶음)작업기는 벼 바인더를 개조하여 참깨에 사용하는 방법을 활용하고 있다. 현재는 키 큰 참깨도 운전자 1인과 1인의 방출을 도와주는 보조 인력으로 예취 및 결속작업이 가능하다. 최근에 예취 결속기는 벼 컴바인을 개조하여 승용의 예취기로 참깨줄기를 베어서 포장에 가지런히 놓고 지나가면 인력으로 묶어 세우는 방법을 시도하고 있다.

탈곡기는 1970년대에 미국에서 제작, 수입한 콩탈곡기를 개조하여 참깨용으로 제작하였다. 전기 모터를 사용하여 동력선이 있어야만 구동이 되었으나 경운기 엔진을 장착하여 언제 어디서나 구동이 되도록 하였으며 트랙터나 경운기에 부착하여 이동이 자유롭다. 이 탈곡기는 한번에 마른 줄기와 꼬투리를 부수는 일시 탈곡형으로 탈곡이 한 번에 끝난다.

그러나 지금과 같이 참깨를 탈립 후에 다시 세워 말리는 작업을 2-3회 반복하는 탈립 방법으로는 인력소요가 많고 번거로워 예취 결속기로 수확한 곳의 두둑과 두둑 사이에 천막 등을 깔고 적당한 간격으로 지주를 박고 지주사이에 가는 철사로 연결, 철 양쪽에 촘촘히 깃단을 세워 열흘간 말려 탈곡한다. 깨단을 철사로부터 떨어 떨어지는 종실은 바닥에 깔아놓은 천막 위에서 수거된다. 또는 일반 방법으로 말려 열흘 후에 탈곡기에 넣거나 1차 탈곡을 간략히 손으로 하고 2차 탈곡할 때 탈곡기를 사용하기도 한다.

제 3 절 레버 크랭크 기구

1. 레버 크랭크 기구의 운동

링크기구는 마찰이 적고 전달하는 힘에 비하여 전체적인 구조가 간결하다. 링크에서 고정점의 둘레를 360°회전하면 크랭크(crank)라고 하고, 왕복각운동을 하면 레버(lever) 또는 로커(rocker)라 한다. 링크의 회전운동의 중심이 무한원점에 있는 극한의 경우는 왕복직선운동으로 되고, 이것을 슬라이더(slidebar)라 한다.

레버 크랭크 기구의 운동은 그림 2-2에 있어서 AB링크는 크랭크, CD링크는 레버이고, 크랭크와 레버를 연결하는 BC링크는 커넥팅 로드, CD의 요동하는 각도를 요동각(oscillating angle)이라 한다. 요동각의 양극단 위치는 크랭크와 연결봉이 일직선으로 되는 점, 즉 C점의 2개의 위치 C' , C'' 에 의하여 결정된다. 레버를 원동절로서 운동을 주는 경우에는 이 점 C_1 과 C_2 에 있어서 이 한 방향 운동에 대하여 크랭크는 어느 방향에도 회전할 수 있다.

이 기구를 기계에 사용하여 필요한 힘을 가하여 동력을 전달할 때를 생각하면 레버가 원동절인 경우에는 요동운동의 양단의 한계점 C_1 과 C_2 점에 있어서 연결봉과 크랭크와 일직선이 되고, 이와 같은 점을 사점이라 한다. 그림 2-2에 있어서 PBP_1 은 반원주보다 크므로 링크 CD의 $C_1 \sim C_2$ 까지와 $C_2 \sim C_1$ 까지 행정(stroke), 즉 왕복하는데 소요되는 시간에는 차가 생기고 이것을 이용하여 귀한시간을 짧게 할 수 있으므로 급속 운동에 이용된다. 지금 레버의 요동각 $\angle C_1DC_2 = \phi$ 를 구하면 그림 2-2에 있어서

$$\angle ADC_2 = \alpha_1, \angle ADC_1 = \alpha_2$$

$$\angle DAC_2 = \beta_1, \angle DAC_1 = \beta_2$$

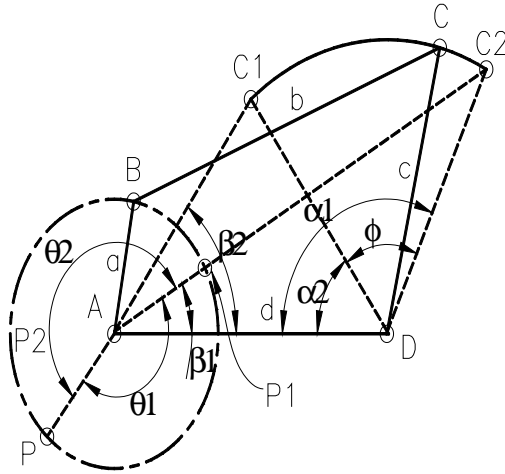


그림 2-2 크랭크 기구 운동

라고 하면 $\triangle ACD'$ $\triangle AC'D$ 에 있어서

$$(a+b)^2 = c^2 + d^2 - 2cd \cos \alpha_1 \quad \text{-----(2-1)}$$

$$\therefore \cos \alpha_1 = \frac{c^2 + d^2 - 2cd \cos \alpha_1}{2cd} \quad \text{-----(2-2)}$$

$$(b-c)^2 = c^2 + d^2 - 2cd \cos \alpha_2$$

$$\text{또 } \therefore \cos \alpha_2 = \frac{c^2 + d^2 - (b-a)^2}{2cd}$$

$$\therefore \phi = \alpha_1 - \alpha_2$$

따라서 링크의 길이 a,b,c,d가 주어지면 요동각 ϕ 를 구할 수 있다.

또 $\epsilon = \beta_2 - \beta_1$ 를 구하면 정현법칙에 의하여 $\triangle AC'D$ 에 있어서

$\frac{C}{\sin \beta_1} = \frac{b-a}{\sin \alpha_2}$ 가 성립되므로

$$\sin \beta_2 = \frac{c}{b-a} \sin \alpha_2 \text{ ----- (2-3)}$$

또 $\triangle AC_2D$ 에 있어서

$$\frac{c}{\sin \beta_1} = \frac{a+b}{\sin \alpha - 1}$$

$$\therefore \sin \beta_1 = \frac{c}{a+b} \sin \alpha - 1$$

$$\therefore \varepsilon = \beta_2 - \beta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{c}{b-a} \sin \alpha_2\right) - \sin^{-1}\left(\frac{c}{b+a} \sin \alpha_1\right)$$

$$= \frac{1}{2}(\theta_2 - \theta_1)$$

크랭크 AB가 일정속도 ω 로 회전하고 있으면 갈 때, 소요되는 시간은 $t_2 = \theta_2/\omega$ 이고, 돌아올 때 소요되는 시간은 $t_1 = \theta_1/\omega$ 이므로, 그 차 Δt 는

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\theta_2 - \theta_1}{\omega} = 2 \frac{\varepsilon}{\omega} \text{ ----- (2-4)}$$

2. 레버 크랭크의 회전력과 극선도

그림 2-3에서 레버가 원동절인 경우 레버 C에 주는 모우멘트를 m , 그 크기를 P 라고 하면, 레버운동의 각 순간에 있어서 모우멘트 크기를 구하여 표시하면 E_1EE_2 와 같은 곡선이 되며, DE_1EE_2 는 레버 CD의 회전모우멘트이다.

점 D에서 \overline{BC} 에 수선 \overline{DF} 를 내리고 그 길이를 S 라고 하고, S 로 모우멘트 m 을 나눈 값을 P 라 하고, P 를 링크 AB의 방향과 여기 직각한 방향의 이분력으로 분해하면, R 은 크랭크 축을 베어링면에 압박하는 힘이고, T 는 크랭크에 회

전력을 주는 힘이다. 또 점 A에서 \overline{BC} 에 수선을 내리고 그 길이를 t 라고 하면, $T \times \overline{AB} = Pt$ 고, $P = \frac{m}{s}$ 이므로

$$T = \frac{m}{AB} \cdot \frac{t}{s} \text{ -----(2-5)}$$

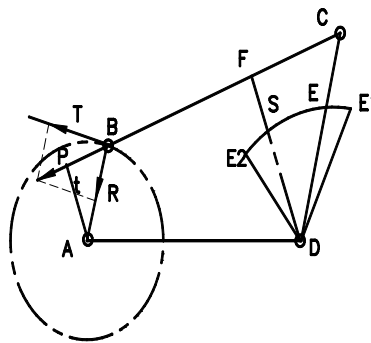


그림 2-3 크랭크 극선도

3. 레버 크랭크 운동

그림 2-4에서 크랭크 ①을 회전시키면 레버 ③이 요동하게 되고, 그 오른쪽에 연결된 교반부가 상하운동을 하게 된다. 교반부를 구동하는 점 K는 O를 중심으로 요동하므로 그 운동의 궤적은 교반부의 중심선 XX에서 벗어난다. 이 불편을 되도록 적게 하기 위하여 링크③은 XX가 \overline{eg} 의 중점(f)을 통과하도록 \overline{OK} 의 길이 L을 결정하게 된다. 이 길이 L은 다음과 같이 구해진다.

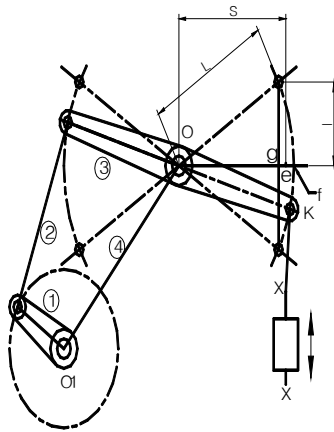


그림 2-4 크랭크 레버 기구의 응용

$$\overline{OK}^2 = L^2 = (S + \overline{ef})^2 \text{ -----(2-6)}$$

$$\text{또 } L^2 = l^2 + (S - \overline{ef})^2$$

$$(S + \overline{ef})^2 = l^2 + (S - \overline{ef})^2$$

$$\overline{ef} = \frac{l^2}{4S} \text{ -----(2-7)}$$

$$L = S + \overline{ef} = S + \frac{l^2}{4S} \text{ -----(2-8)}$$

그러므로 요동거리 $l = \pm 2\sqrt{(S(L-S))}$

제 4 절 이송장치 설계 이론

참깨 탈립장치의 탈립부에서 발생한 참깨종자와 미탈립 꼬투리를 재탈립하기 위하여 회전원추부분으로 이송이 필요하다. 기하학적 형상과 비중이 다른 혼합물질을 이송하여 꼬투리를 탈립하고 분리하여 수송하기 위하여 고려되는 여러 가지 방법의 기술적인 이송장치를 비교하면 표 2-2와 같다.

표 2-2 여러 가지 이송장치의 기술적 비교

항 목	공기수송	벨트 컨베이어	체인 컨베이어	스크류 컨베이어	버킷 엘리베이터
수송물 비산	없음	약간	약간	약간	약간
이물의 혼입 오손	없음	약간	없음	없음	없음
수송물의 잔류	없음	없음	약간있음	약간있음	약간있음
수송경로	없음	직선적	직선적	직선적	직선적
분기	자유	곤란	곤란	곤란	불가
경사연직수송	자유	경사에 제한	구조가 복잡	가능	가능
수송로 단면	소	대	대	대	대
보수	용이	비교적 소	전면적	전면적	바켓, 체인
수송물의 최고온도	600	50	150	150	150
수송물의 최대입경	300	제한없음	50	50	50
동력비	대	소	중	중	중

1. 벨트 컨베이어

Belt conveyor는 수평 또는 프레임 양쪽 끝에 풀리를 놓고 여기에 순환 벨트를 감아서 연속적으로 한방향으로 움직여서 그 벨트 위에 물건을 적재하여 운반하는 기계장치를 말한다. 벨트 컨베이어의 운반량은 0~200ton/hr, 운반속도 0~180m/min이다. 장점으로서는 운반조작이 연속적이고, 동작이 원활, 정숙하고 능률적이다. 임의 위치에 화물의 적재 또는 내릴 수 있다. 운반 신뢰

도 높고 보수점검 용이 유지비 저렴, 미세한 잔재물도 수송 가능 등이다.

가. 운반 능력

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \rho \times \gamma$$

$$= 60 \times \kappa \times (0.9B - 0.05)^2 \times v \times \rho \times \gamma$$

여기서 Q_t : 이론운반량(톤/hr)

A : 벨트에 실린 운반물의 단면적(m^2)

v : 벨트의 속도 ρ : 운반물의 겉보기 비중

γ : 경사각도에 따른 운반효율 B : 벨트폭(m)

κ : 운반물의 동안식각 및 through 각도에 의한 단면적효율

나. 소요동력

벨트 컨베이어의 운반소요 동력은 구동장치 및 기계 부품 사양 결정뿐만 아니라 컨베이어 벨트 장력을 계산하는 기본이다. 운반 소요 동력식은 다음과 같다.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_t$$

$$P_1 = 0.06 \times f \times W \times v \times \frac{(l + l_0)}{367}$$

$$P_2 = f \times Q_t \times \frac{(l + l_0)}{367}$$

$$P_3 = \pm \frac{(h \times Q_t)}{367} \text{ (상향경사는 +, 하향경사는 -)}$$

모터동력 계산식 $P_m = \frac{P}{\eta}$

여기서 P : 소요동력(kW)

P1, P2, P3 : 무부하, 수평부하 및 수직부하 동력(kW)

Pt : Tripper 동력(kW)

f : 로우러의 회전 마찰계수

W : 운반물 이외의 운동부분의 중량(kg/m)

v : 벨트의 속도(m/min) l : 컨베이어 수평길이

Qt : 운반량(톤/hr) Pm : 모터동력(kW)

η : 모터의 기계효율(0.75~0.85)

다. 벨트의 두께 및 중량 계산

1) Fabric 컨베이어 벨트의 두께 계산

$$t = t_p + t_1 + t_2$$

여기서 t : 벨트의 총두께(mm)

t_p : 심체 두께(mm)

t_1, t_2 : 상커버 및 하커버 두께(mm)

2) Fabric 컨베이어 벨트의 중량 계산

$$W_1 = \{ f_w + (t_1 + t_2) \times 1.25 \} \times B$$

여기서 W_1 = 벨트의 중량(kg/m)

f_w : 심체 중량(kg/m^2) B : 벨트폭(m)

3) 벨트의 안전계수

$$\text{벨트의 안전계수 } S \cdot F = \frac{T_b \times b}{F_{\max}} \quad (\text{kg/cm})$$

T_b : 심체인장강도(kg), b : 심체 폭(m)

2. Bucket Elevator

버킷 엘리베이터는 버킷을 일정한 간격으로 부착하고, 하부에서 분립체를 떠올려 상부에서 회전할 때 원심력에 의해 방출한다. 버킷엘리베이터의 형식 및 특징은 표 2-3과 같으며 일반적으로 가장 많이 사용되며, 부서지기 쉬운 분립체에는 부적당하다.

표 2-3 Bucket elevator 형식 및 특징

형식	원 리	운반속도 [m/min]	운반능력 [ton/hr]	최대양정 [m]
원심배출형	원심력에 의한 원료의 배출방법으로 부착성이 없는 원료이송에 적합	90~120	5~150	50
유도배출형	중력에 의한 원료의 배출방법으로 파손성이 높은 원료 이송에 적합.	50~70	20~100	40

유도 배출형 버킷엘리베이터는 연속적으로 버킷을 부착하여 상부에서 배출된 분립체는 앞의 버킷의 뒷면을 슈트로 하여 미끄러져 떨어져 배출구로 들어간다. 분립체가 떨어지는 것을 확실하게 하기 위하여 운전속도를 느리게 한다.

운전속도가 느리기 때문에 마모성 분립체에도 취급할 수 있다. 비교적 대용량의 분립체를 취급할 수 있다.

가. 운반용량

$$Q_t = \frac{60 \times S \times V \times \gamma \times \phi}{P}$$

나. 버킷의 용적(S)

$$S = \frac{Q_t \times P}{60 \times V \times \gamma \times \phi}$$

여기서

Qt : 운반 하중 [ton/hr] S : 버킷 한 개의 용적 [m³]

V : 버킷의 속도 [m/min] ϕ : 버킷의 충만 효율

P : 버킷 붙이기 피치[m]

다. 구동 마력(HP)

$$HP = \frac{(T_A - T_B) \times V \times 1.2}{4500}$$

여기서 V : 속도

T_A, T_B : 벨트에 생기는 올리는 장력 및 내리는 장력[kg]

라. Shaft 선정

구동축 스프로킷 피치원의 직경(PCD)

$$PCD = \frac{P}{\sin 180/N}$$

여기서 P : 로울러 체인 피치

N : 잇수

구동축 스프로킷 원주속도[mm/min]

$$V = PCD \times \pi \times rpm$$

로울러에 생기는 장력

$$T = \frac{4500 \times H}{V}$$

제 5 절 체망 이론

탈립기계의 개발에서 체망(Screen)은 교반탈립부에서 1차적으로 참깨종자, 잎, 참깨줄기에서 떨어져 나온 꼬투리 그리고 기타 협잡물을 선별한다. 미탈립 꼬투리의 재탈립 작업에서는 다시 참깨 종자와 협잡물을 분리해야 하므로 체망의 규격 설계는 설계 인자에 중요한 부분을 차지하고 있다.

참깨 종자의 기하학적 형상은 럭비공과 같은 형상이며. 크기는 길이 1.5~4.0mm, 폭 1~2.0mm, 두께 0.5~1.0mm이다. 이러한 참깨의 치수에 따라서 KS 규격에 따른 체망을 정의하면 표 2-4와 같다.

체망의 경우 소선 직경(Wire Diameter)에 따라 내부 공간 면적이 변화 될 수 있으므로 그림 2-5와 같이 1인치 길이 내에 포함된 소선의 수를 나타내는 메쉬(mesh)의 사용보다는 체눈의 크기(Opening)에 기준을 두어야한다. 실제 같은 메쉬라도 소선의 직경에 따라 오프닝 및 공간율이 변화하게 된다. 체눈 크기는 그림 2-6에서와 같이 소선과 소선 사이의 구멍으로서 다음과 같이 계산된다.

표 2-4 체망 규격

KS 호칭	체눈 크기	비 고
6.35	6.35mm	
5.6	5.60mm	
5	5.00mm	
4.75	4.75mm	
4	4.00mm	참깨 종자의 크기 범위
3.35	3.35mm	
2.8	2.80mm	
2.36	2.36mm	
2	2.00mm	
1.7	1.70mm	
1.4	1.40mm	
1.18	1.18mm	
1	1.00mm	

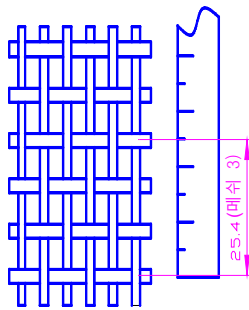


그림 2-5 메쉬

$$\text{오프닝}[\text{mm}] = \{25.4[\text{mm}] / \text{mesh}\} - \text{소선직경}[\text{mm}] \quad \text{-----} (2-9)$$

또한 오픈닝 지역(open area)는 식 2-10과 같다.

$$Open\ area = \left\{ \frac{Opening[mm]}{Opening[mm] + wire\ dia.[mm]} \right\}^2 \times 100 \text{ -----(2-10)}$$

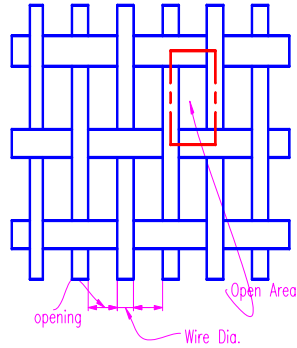


그림 2-6 Opening과 Open Area

제 3 장 참깨 비가림 건조대 개발

제 1 절 참깨 건조 개요

여름 내내 좋은 재배기후와 농민 땀의 결실로 잘 가꾸어진 참깨는 예취 후 단으로 결속하고, 이 참깨 3~4단이 한 개의 조가 되어 엇갈림 기대기 세움 방법으로 건조 작업에 들어간다. 그러나 매년 참깨의 예취·건조 시기인 8월~9월에는 가을 장마와 여러 개의 태풍으로 말미암아 마지막 건조작업에서 풍우에 의하여 전도되거나, 잘 건조된 참깨 단들이 넘어져서 토양이 참깨줄기에 혼입되고, 물에 젖게되어 탈립시기를 놓치게 된다.

표 3-1 예취 건조 시기의 일기

월 일	2003년 강수량	2004년 강수량	월 일	2003년 강수량	2004년 강수량
8월15일	0.0	0.4	8월31일	20.0	0
8월16일	0.0	11.5	9월 1일	0.0	0
8월17일	2.5	0.5	9월 2일	5.5	0
8월18일	79.0	129.5	9월 3일	17.0	0
8월19일	103.5	11.0	9월 4일	0.0	0
8월20일	2.0	0	9월 5일	2.0	1.5
8월21일	12.0	0	9월 6일	0.0	27.0
8월22일	0.0	15.5	9월 7일	7.0	10.0
8월23일	0.0	40.0	9월 8일	4.0	0
8월24일	0.5	0	9월 9일	44.0	0
8월25일	9.0	0	9월10일	0.0	1.0
8월26일	0.0	3.5	9월11일	0.4	20.0
8월27일	17.0	0	9월12일	85.0	3.5
8월28일	1.0	0	9월13일	19.0	11.0
8월29일	0.0	0	9월14일	0.0	0
8월30일	17.5	0.4	9월15일	0.0	0
기간내 강우일 수(31일간)				20일	16일
평균 강우량				14.5mm	8.6mm

이와 같은 반복되는 기후 재해에 의하여 수확된 참깨는 품질이 저하되고, 수확량이 급감하게 된다. 심지어는 참깨 단 자체가 장기간의 우천으로 인하여 썩게되어 탈립작업 시기를 놓치게 되어 수확을 포기하는 극단적인 사례가 빈번하다.

또한 이러한 경우에 재배농민들은 우천 시에는 참깨 단에 비닐을 덮어 썩어서 비를 피하지만 이 방법도 심야에 비가 오기 시작하거나, 비가 거친 후에 비닐을 제거하거나 해야하는 일도 결코 쉬운 일이 아니며, 강한 비바람에는 무용지물이 된다. 실제 본 연구기간의 2003~2004년의 참깨 예취·건조기간인 8월15일~9월15일의 31일간에서 비가 내린 날을 조사하였다. 2003년에는 기간중에 20일간 비가 내렸으며 평균 강수량14.5mm이었다. 또 2004년에는 기간중 16일 동안 비가 내려 8.6mm의 강수량을 나타내고 있어서 가을비의 폐해가 극명함을 알 수 있다.



그림 3-1 참깨 4단 1조 세워 묶음 건조

이러한 건조작업에 어려운 문제점을 일부농가에서는 참깨를 예취한 후 건조작업을 농가 주변의 비닐하우스 내부에 건조하는 경우가 있지만, 참깨 재배농민 모두가 비닐하우스가 있는 것도 아니고 이동성 및 건조 면적이 많아서 실효

성에는 많은 문제점이 야기되고 있다.



그림 3-2 참깨 4단 묶음 부위

이러한 상황에 대처하는 기존의 풍우에 의한 실제 참깨의 건조 사례를 살펴 보면 다음과 같다. 그림 3-1의 경우 참깨 4단을 1개조로 세워 건조하는 작업이다. 이러한 사례의 참깨 단들은 재배 포장에 폭넓게 배치되어 있어서 탈립작업을 하는 경우 이동하는 불합리한 작업과 이 과정에서 벌어진 꼬투리로부터 참깨종자가 지면으로 떨어지는 양이 많아지게 된다. 그림 3-2의 경우는 참깨 4개 단을 1조로 하여 묶은 경우의 부위를 확대한 사진으로서 이 부분에는 통기성이 부족하여 건조가 지연되고 부패 또는 호흡열의 발산이 어려워서 삶김 효과가 발생할 수 있다.

이상의 사례는 참깨 건조시기에 정상적인 날씨에 해당하지만 비바람을 동반한 태풍이나 장기간의 우기에는 젖거나 넘어지는 것을 예방해야 한다. 그림 3-3은 국도 변의 가드레일에 참깨 단을 기대고 참깨단과 가드레일을 PP밴드로 고정하고 여기에 더하여 비닐을 씌워서 강우를 동반한 태풍에 대비한 건조 사례이다. 그림 3-4의 경우는 계속된 우천에서 1차 탈립을 한 후에 재차 4단을 묶어 세워 건조 작업을 해야 하지만 참깨 단을 야적하여 비닐을 씌워 비를 피하는 건조 사례이다.



그림 3-3 풍우에 대비한 도로 가드레일에 고정 건조



그림 3-4 국도에 비닐을 씌워 건조

또한 참깨의 예취 건조 작업이 수행되는 시기에는 참깨 줄기의 하부에서 숙성되어 꼬투리가 개화하므로, 예취 시기에는 이미 줄기 하부는 개화되어 참깨가 탈립되는 시기이다. 참깨줄기 하부에서 상부로 갈수록 개화가 진행되므로

작업과정에서 참깨의 소실이 발생된다. 그림 3-5는 실제 예취에서 탈립 작업까지의 참깨 종자의 소실 과정을 나타내고 있다.

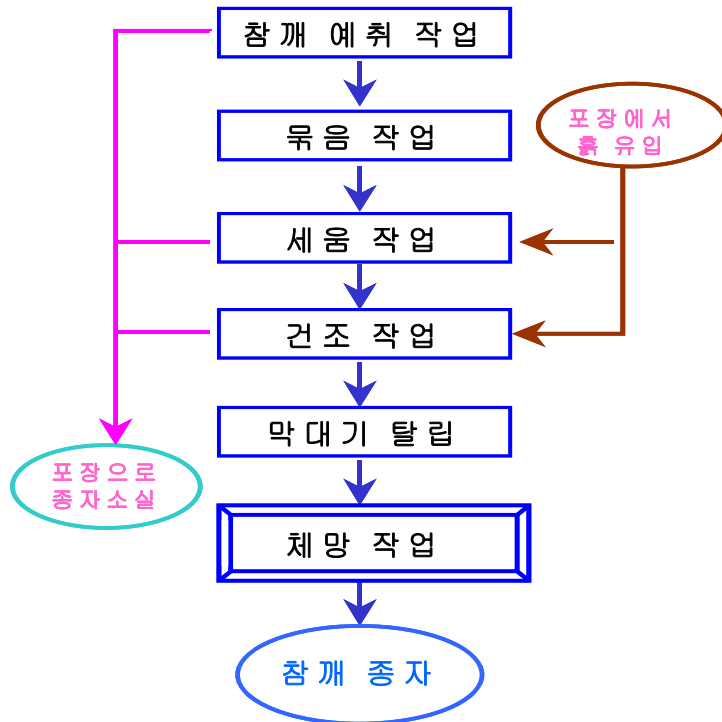


그림 3-5 참깨종자의 소실 및 흡 유입 과정

참깨 줄기 묶음 작업은 바닥에 천막(비닐)을 깔고 작업하므로 종자의 소실은 발생하지 않지만, 예취 결속 후의 세움 작업 그리고 건조작업 공정에서 참깨 종자가 소실되어 포장으로 떨어지게 되어 수확량의 감소를 발생시킨다. 또한 세워 묶음을 하는 경우에 참깨 단이 포장의 지표 위에 세워지기 때문에 흡이 유입되며, 특히 건조 시에 바람에 의하여 종자의 소실이 발생하고 강한 바람에는 전도되어 많은 양의 참깨 종자가 소실됨과 동시에 흡이 참깨 단에 혼입되게 된다. 이로 말미암아 수확된 참깨가 볶음 깨 또는 참기름 가공 시에 석발을 해야하는 문제를 발생시킨다.

이와 같이 참깨를 예취 결속 후 건조하는 과정에서 발생하는 애로점을 해결하고 이 과정에서 발생할 수 있는 품질저하를 막는 것은 물론 작업과정에서 소실되는 참깨 양을 최소화시켜주는 방안으로서 참깨 단을 묶어 세우는 작업을 편리하게 하고, 우천 시에 강우와 강한 비바람을 동반한 태풍에도 전도되지 않도록 고안 설계한 제품이 참깨 비가림 건조대이다.

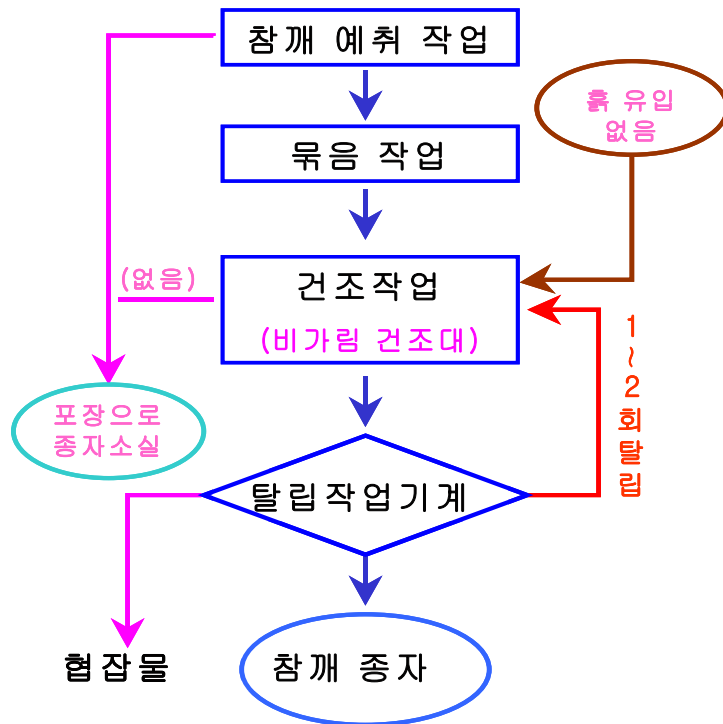


그림 3-6 비가림 건조대의 사용 효과

본 연구에서 고안하여 설계 제작하여 개발한 참깨의 비가림 건조대를 사용하였을 경우에 효과는 그림 3-6과 같으며 요약하면 다음과 같다.

- 묶은 후 건조대에 거치하는 방식으로 건조 작업이 간단
- 건조에 필요한 공간 및 면적이 적음
- 참깨 종자의 소실을 방지

- 우천 시에 비가림 효과
- 태풍과 같은 강풍에도 넘어짐을 방지
- 포장의 흙이 혼입 됨을 방지
- 묶음 과정이 없어 부패 방지
- 건조 시에 태양광의 흡열과 보온효과, 통기성이 양호
- 관행의 3~4회 탈립 작업을 단 1회 탈립 작업으로 가능

제 2 절 참깨 비가림 건조대 구성 및 원리

참깨 건조과정에서 참깨 묶음 단(bundle)이 비에 젖는 것을 방지함과 동시에 강풍에 의한 전도를 방지하고, 종자의 손실을 방지하기 위하여 그리고 장기간 충분히 건조함으로서 1회에 탈립을 완료시키기 위한 방안으로 참깨의 비가림 건조대를 고안 설계 제작하였다.

본 연구에서 개발한 건조대는 다수의 참깨단을 경사지게 지지하는 경사지지부와, 참깨단의 밑등을 받칠 수 있는 지지판 및 지면에 지지되는 프레임과, 참깨단을 덮어씌우는 투명(비닐)덮개로 구성된다.

참깨의 탈립 작업에서 꼬투리가 완전히 건조되지 않은 상태에서 탈립하면 탈립 효율이 낮아지고 특히, 건조중인 참깨 꼬투리가 자주 비에 의해 젖을 경우 꼬투리 내의 참깨 과립이 변질되기 쉽다. 또한, 참깨 단을 건조하는 과정에서 꼬투리가 자연 개열하면서 포장에 떨어져 손실이 발생된다. 따라서 본 연구개발은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 우천 시 또는 거센 바람에 관계없이 참깨를 효율적으로 건조시킬 수 있다.

설계도면을 참고로 참깨 비가림 건조대의 사용을 설명하면, 그림 3-7은 참깨 비가림 건조대의 구성을 나타내는 분해 등각투상도 이고, 그림 3-8은 참깨 비가림 건조대를 결합시킨 상태를 나타내는 등각투상도이며, 그림 3-9은 그림 3-8의 III-III선 단면도이다.

그림 3-7에서 건조대 프레임(10)은 묶음된 참깨단(S)을 경사지게 지지시킬

수 있도록 맞배 형태로 된 양쪽의 경사지지부(12)와 나란하게 양립하는 한 쌍의 "A"자형 프레임(20)과 이들 지지다리의 양쪽 측면을 서로 연결하는 측면 연결 바(22), 지지다리들의 상단 꼭지점을 서로 연결하는 상단 연결바(24)로 구성한다.

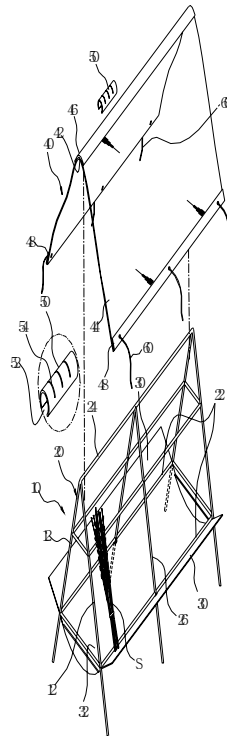


그림 3-7 분해 등각투상도

"A"자형 프레임은 거치 참깨 단의 자중에 의하여 프레임의 양쪽을 지면에 지지시키는 것으로, 거센 비바람에도 전도되지 않도록 그 하단부가 지면에 매립된다. 그리고 측면 연결 바는 양쪽의 "A"자형 프레임을 서로 일체로 연결하는 것으로, 양쪽의 지지다리(20)를 하나의 몸체로 만들어 준다. 여기서, 측면 연결 바는 양쪽의 지지다리를 견고하게 연결할 수 있도록 한쪽 측면에 각각 아래위로 한 쌍이 설치된다. 한편, 측면 연결 바(22) 중, 상부의 측면 연결 바는 참깨다발(S)을 지지하는 역할도 수행한다.

그리고 상단 연결 바(24)는 측면 연결 바(22)와 함께 양쪽의 지지다리(20)를 일체로 연결한다. 여기서 상단 연결 바는 양쪽의 지지다리들을 일체로 연결시키기도 하지만 투명덮개(40)를 지지하는 역할도 수행한다.

건조대의 프레임을 덮는 투명덮개(40)는 우천 시 또는 거센 바람으로부터 참깨다발을 덮어서 보호하는 것으로 프레임의 상단 연결 바(24)에 걸쳐지는 중앙부(42)와 중앙부(42)의 양쪽으로 길게 연장되는 양쪽의 스커트부(44)로 구성된다. 이러한 투명덮개는 유연하게 변형될 수 있으며, 투광율이 좋은 투명비닐을 사용한다.

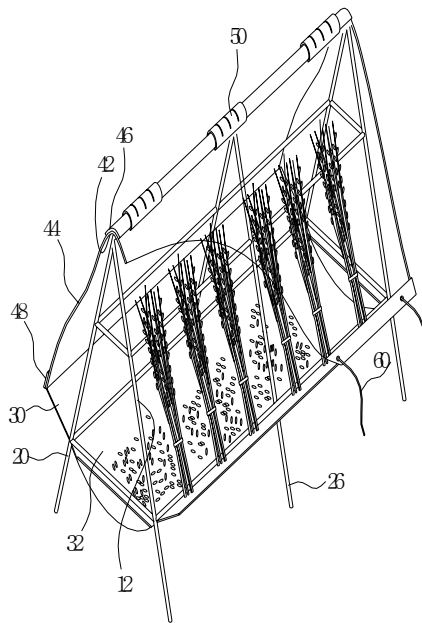


그림 3-8 등각투상도

투명덮개는 프레임의 상단 연결 바에 착탈 가능하게 고정되는데, 이를 위해 본 고안은 투명덮개를 상단 연결 바(24)에 착탈 가능하게 고정시키기 위해서 투명 커버의 중앙부와 이 중앙부를 지지하는 상단 연결 바를 동시에 클램핑할 수 있는 다수의 고정클립(50)을 사용 한다.

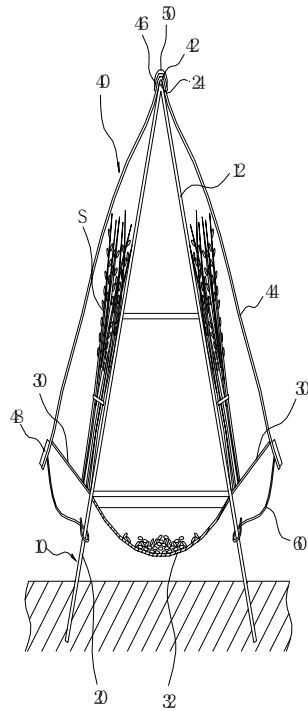


그림 3-9 정면도

고정클립은 그림 3-7의 확대도에서와 같이 트인 절개부(52)를 갖는 플라스틱 재질의 원통형 관체로서, 길이방향을 따라 "C"자형 탄성스프링(54)이 설치된다. 탄성스프링은 고정클립의 탄성력을 증대시켜준다. 고정수단에 의하면, 프레임의 상단 연결 바와, 이에 지지된 투명커버(40)의 중앙부(42)를 서로 클램핑시킴으로써 투명덮개를 프레임에 간편하게 탈착할 수 있다.

이러한 비가림 건조대는 참깨 단 뿐만 아니라 들깨, 콩, 팥, 등의 농작물 다발의 건조에도 사용이 가능하다.

제 3 절 참깨 비가림 건조대의 설계 제작

1. 1차 시제품 제작

가. 참깨의 물성

- 참깨의 생육조건 품종에 따른 참깨 키 : 92cm~120cm(건조대의 경사 높이 설계 인자)
- 참깨 줄기 1주 무게 : 22~52g(프레임의 처짐 설계 인자)
- 참깨 묶음 1단 무게 : 358~1310g(프레임의 처짐 설계 인자)
- 참깨 묶음 1단 둘레길이 : 10~15cm(프레임 하부 지지대 설계 인자)

나. 설계 제작

- A형 프레임의 별립 각 설계지도 : 50. ~60. 범위가 적당하며 강풍과 투영면적을 고려하여 55. 로 설계
- 운반, 재질, 공산품의 활용성을 고려하여 파이프 정착(6m)의 최적 활용
- 파이프, 프레임 연결용 고정구와 피스 등 모두 ⅳ25 제품으로 생산
- 프레임과 투명비닐의 결합방법으로 상부 프레임에 핀을 설치하고, 투명비닐에는 중심 대칭축을 기준으로 비닐에 띠방 형식 고무 또는 얇은 천을 미싱한 후에 프레임 핀에 고정될 홈을 생성
- 지면으로부터 30cm 이격시켜 건조시킴으로써 흙과 습기 등 이물질의 혼입을 방지하였다. 특히 건조대 하부에 망사를 설치해 줌으로써 건조과정에서 탈립되는 참깨를 다시 거둬드리는 효과로 손실량을 최소화 할 수 있다.

- 벌림각이 60. 근방(점유길이 1525mm) 이상의 각도이면 안정성이 커지지만 반면 50. 근방(점유길이 1225mm)에 가까워지면 직립도에 가까워지며, 강풍에 전도 위험이 증가되는 결점이 있다.
- 강풍과 투영면적을 고려하여 벌림각 55. ,점유길이1375mm로 설계

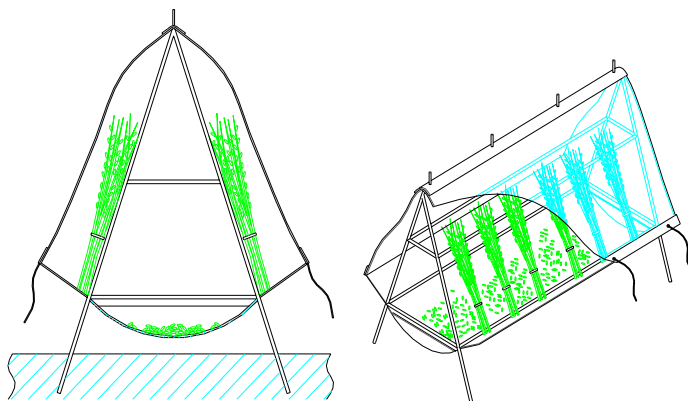


그림 3-10 1차 시제품의 설계 개념도

2. 2차 시제품 설계 제작

기존의 참깨 비가림 건조대(그림 3-10)에서 프레임에 비가림용 투명비닐을 고정하는 방법으로 상부프레임의 Pin과 투명비닐에 Hole을 이용하고 측면과 하부는 노끈을 이용하여 고정하는 방법의 개선을 위하여, 건조대 프레임용 비가림 투명 필름을 고정하는 하우스 클립으로 변경 설계(그림 3-7~3-9)하였다.

참깨의 예취 후 키는 품질, 재배지역, 당해년도 작황에 따라 차이가 있지만

920~1200mm 범위이므로 전용성을 갖도록 하기 위하여 하부 받침 프레임에서 상부 프레임까지 1200mm로 설계였다.

참깨 1단 묶음의 둘레길이는 건조상태에 따라 차이가 있지만, 탈립 시기에 둘레길이는 10~15cm로서, 프레임 하부 거치 프레임의 300cm에 대하여 상부 확대된 폭을 고려하면, 건조대 1대에는 전후면 합하여 40단 이상 거치 건조 가능하도록 설계하였다.

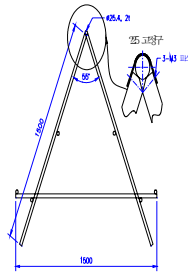


그림 3-11 정면도

건조대 재질 및 재료는 프레임용 25 하우스용 파이프에 부속부품으로 모두 25 규격의(그림 3-15), 고정구 및 피스(그림 3-13), 프레임 받침대, 조리개, 하우스 클립(그림 3-14) 등이며, 비가림용 투명필름을 사용하였다.

프레임에서 같이 수평과 수직 프레임이 교차하는 부분은 조리개로 고정하도록 설계 제작하였으며, 중간 가이드 프레임이 직교하는 위치는 고정구와 피스를 사용하였다.

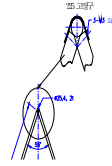


그림 3-12 상부프레임 접힘부의 고정구와 피스



그림 3-13 고정구

건조대의 수평프레임은 작업성과 이동성을 고려하여 3m로 설계하여 구조용 파이프 정척이 6m이므로 3m의 경우 2개로 절단하여 제작하였다. 경우에 따라서 2m로 수평 프레임을 하는 경우, 정척 파이프는 3개로 추출 가능하였다.



그림 3-14 조리개



그림 3-15 건조대 설치



그림 3-16 건조대에 참깨 단 거치



그림 3-17 비가림된 건조대

하부 프레임은 참깨 단 및 건조대 자중에 의하여 건조장소의 지면으로 빠짐을 방지하기 위한 $\Phi 25$ 받침대를 부착하도록 설계하였다. 전면 경사 프레임의

수직 부는 지면으로부터 30cm 이격 설계하여 우천시 토양이 튀어 오르거나 수분 등을 차단하고, 지면으로부터 습한 공기와 지열이 통과되도록 설계하였다



그림 3-18 완전히 건조된 참깨

실제의 설치예로서 그림 3-15는 건조대의 설치그림이고 그림 3-16은 양쪽 경사면에 참깨단을 거치한 상태이며 그림 3-17은 비가림을 위한 비닐을 씌운 상태이다. 그림 3-18은 비가림된 상태에서 완전히 건조되어 탈립직전의 상태를 나타내고있다.

또한 하부 프레임의 측면 끝단에서 150cm 읍셋트된 위치에 하부 프레임을 설치하여 이곳에 깨단을 나열하도록 하였으며, 이는 깨단의 하단 부에 비가림 투명 비닐이 덮여지는 경우 통풍용 간극이 발생하여 건조기류가 통과되도록 하였다.

3. 3차 시제품 설계 제작

개발된 참깨 비가림 건조대를 1년차 연구의 실증실험용 건조에 활용하였으며, 그 효과에서는 대단히 만족하였지만 몇 가지 수정 보완이 필요한 실정이다. 수정 재설계 사항으로서 건조대의 중량감소에 의한 원가절감과 사용된 건

조대를 분해하여 보관하거나 조립된 상태로 포장에 방치하는 방법이 있지만 이런 방법 모두가 불편하여 개선이 필요한 실정이다.

먼저 중량의 변화에 의한 재료의 원가절감 면에서는 기존의 시제품에서는 건조대 프레임을 비닐 하우스 시공용의 $\Phi 25$ 파이프로 제작하면서 이에 필요한 부자재로서 하우스 크립, 고정구 및 피스, 프레임 받침대, 조리개 모두가 $\Phi 25$ 파이프용을 사용하여 설계 제작하였다.

현재 하우스 클립이 $\Phi 25$, $\Phi 22$ 는 생산 공급되고 있지만 $\Phi 19$ 용의 클립이 품질 또는 단종되어 있는 상황이다. 이로 인하여 재료 및 원가절감 차원에서 $\Phi 19$ 파이프의 사용도 부분적 고려가 가능하지만 $\Phi 19$ 클립의 공급 문제로 설계에서 제외하였으며, 상품화된 $\Phi 22$ 파이프에 맞는 하우스 클립을 활용하는 설계로 이러한 여러 가지 공정을 생략하므로 제작공정에 따른 물적, 인적 절감 효과를 가져오도록 설계하였다.

두 번째 수정 재설계 사항은 비가림 건조대를 분해하여 보관하기보다는 접는 방식으로 개량하기 위하여 상부 프레임과 하부지지 프레임에 꺾임이 가능한 회전 플랜지를 고안하여 수정 설계하였다.

기존 상부 프레임은 그림3-12와 같이 고정구와 피스를 사용하여 고정되어 있다. 도면에서와 같이 $\Phi 25$ 파이프에 55. 별림각을 유지한 후 정점과 좌우의 3곳에 고정 피스를 이용하여 고정되어 있다.

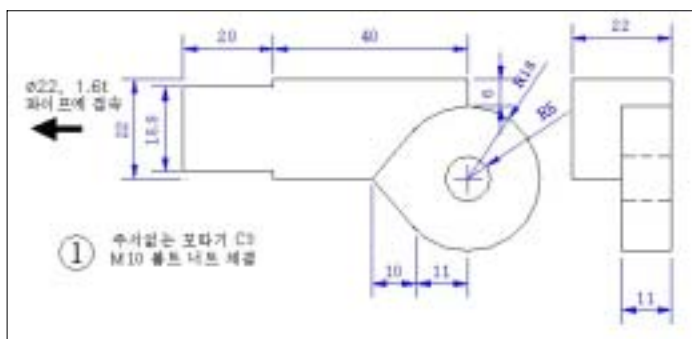


그림 3-19 상부 플랜지 설계도면

고정구를 접는 방식으로 하려면 이 부분을 회전 플랜지를 사용하여 꺾임에 의한 접이 방식으로 개량이 되어야 하며, 이를 위하여 그림 3-19와 같이 꺾임부의 부품을 설계하며 그림 3-20과 같이 제작하였다.



그림 3-20 상부 플랜지 시제품



그림 3-21 하부 가로 프레임

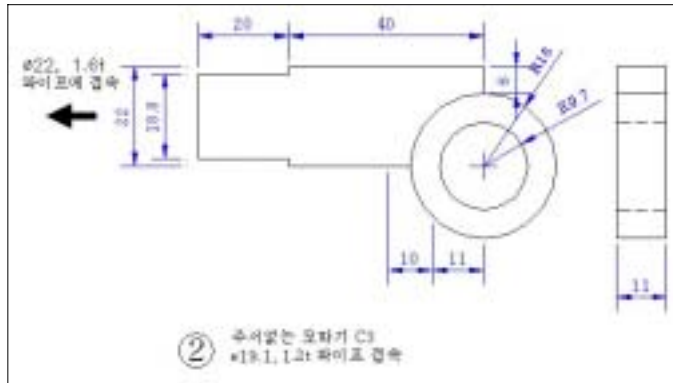


그림 3-22 하부 플랜지 설계도면

그림 3-20의 상부 프레임은 90. 꺾임에 의한 회전 플랜지를 가공 제작한 사진이며, 꺾임 플랜지에서 구멍 지름이 19.4이므로 오차를 감안하여 Φ 19.2 파이프를 축으로 하여 회전 꺾임이 가능하며, 플랜지 끝단에는 Φ 22 파이프 내경에 접속하도록 설계되었다.



그림 3-23 하부 플랜지 시제품

그림 3-21은 하부 가로 프레임의 표시부분을 회전 플랜지를 사용하여 꺾임에 의한 접이 방식으로 개량이 되어야 하며 이를 위한 꺾임 부품의 설계도는 그림 3-22와 같고, 이를 제작한 부품은 그림 3-23과 같이 제작하였다. 이 꺾임이 가능한 부품은 90. 꺾임에 의한 회전 플랜지로서 꺾임 플랜지에서 구멍 지름이 19.4이므로 오차를 감안하여 $\Phi 19.2$ 파이프를 축으로 하여 회전 꺾임이 가능하고, 플랜지 끝단에는 $\Phi 22$ 파이프 내경에 접속하도록 설계되었다. 따라서 상부 플랜지(그림 3-20)과 하부 꺾임 플랜지(그림 3-23)를 조립하며 접는 방식으로 설계된 비가림 건조대가 그림 3-24이다.

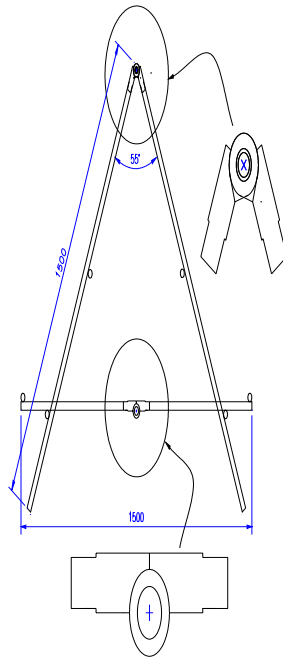


그림 3-24 플랜지를 갖는 건조대 정면도

또한 건조대의 비가림용 필름을 그림 3-25과 같이 설계하였다. 건조대의 비가림용은 투명필름을 사용하여 태양광의 투광을 용이하도록 하였으며, 건조대 하부에 소실되는 참깨 회수용 망은 기존에는 회수용 필름을 사용하였으나,

이 경우에는 참깨 단에서 발생하는 수분과 지표로의 통기성을 향상하기 위하여 그림과 같은 그물망을 사용하여 참깨종자는 회수되면서 건조대 내부의 발생열의 방출을 돕고 통기성이 향상되도록 설계하였다.

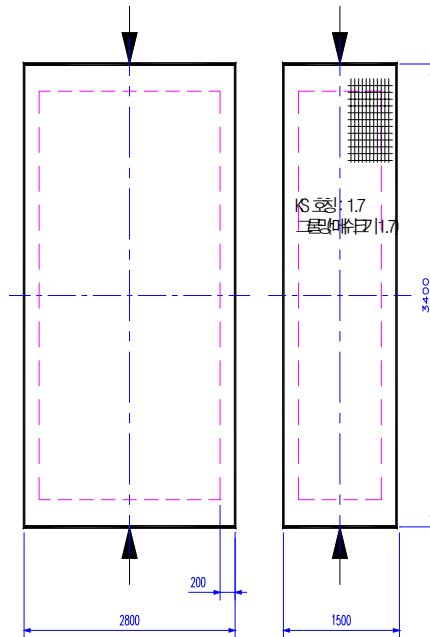


그림 3-25 비가림 투명필름과 그물망

비가림 투명 필름은 상부프레임(화살표)을 기준으로 파선부분을 기준으로 필름 클립에 의하여 프레임에 고정되며, 하부의 그물망은 하부프레임에서 참깨가 지면으로 떨어짐에 따른 손실을 방지하고, 통풍성을 좋게 하기 위하여 KS 호칭 1.7 그물망을 사용하였다. 참깨의 기하학적 형상이 럭비공형태이며, 긴쪽과 짧은 쪽의 길이를 고려하여 그물망의 메쉬가 1.7mm 이하의 메쉬가 필요하다.

기존 설계의 1차및2차 시재물에서는 바깥지름 25.4mm 파이프를 설계 제작되었으나, 제3차 시재물 수정 재설계를 통하여 바깥지름 21.7mm 파이프를 대체 설계, 제작한 경우에 대하여 건조대 중량 및 원가 절감을 표 3-2와 같이

비교하였다.

표 3-2 원가절감 비교

바깥지름 (mm)	두께 (mm)	중량 (kg/m)	단가 (원/m)	가로프레임 (개/3m)	세로프레임 (개/1.5m)	프레임 중량(kg)	프레임 가격(원)
25.4	2.0	1.150	1,000	7	9	39.68	34,500
21.7	1.6	0.793	825	7	9	27.36	28,463
감 소 량(kg 또는 원)						12.32	6,038
감소율(φ21.7설계/φ25.4설계, %)						31.04	17.50

이 경우 프레임에서 가로 프레임 3m×7개, 세로 프레임 1.5m×9개에 대하여 프레임 중량과 가격을 비교하여(부속부품은 생략) 프레임 중량은 39.68kg(φ25.4mm 경우)에서 27.36kg으로 12.32kg이 감소되어 기존 대비 31% 감소하였으며, 건조대의 주요 재료인 프레임용 파이프 가격은 소비자 가격 기준으로 φ25.4mm 경우 34,500원에서 28,460원으로 6,038원 절감으로 17.5% 절감 효과 발생하였다.

제 4 장 크랭크 레버기구형 시작기 설계 제작

제 1 절 탈립 작업기계의 구성

극선운동을 하는 타력식 탈립기계의 작동 원리에 관한 구성과 계통도는 그림 4-1과 같다. 기본 구성은 극선 운동을 하는 타력 장치부, 탈립 곡물을 정선 선별하는 교반 장치부, 교반 장치에서 미틸립 꼬투리를 선별하여 재차 탈립시키는 회전원추로 구성되며, 이들 장치를 유기적으로 작동시키는 동력전달 장치와 기타 부속장치로 구성 설계된다.

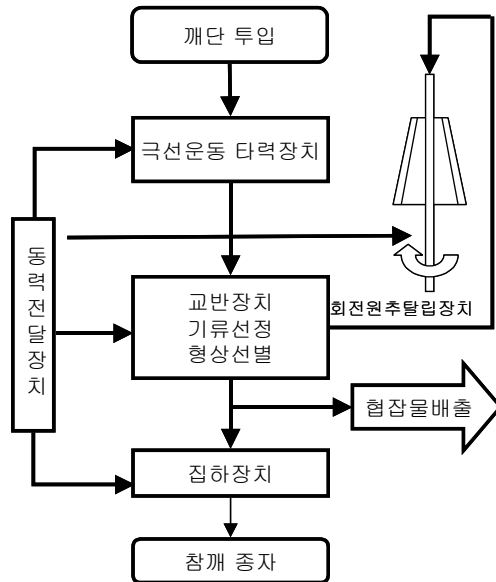


그림 4-1 개발기계의 작동 계통도

탈립 곡물의 기하학적 크기와 같은 물리적인 특성의 차이에 의하여 특정 등급별로 분류하는 선별장치는 분류를 위해 기준 값을 설정하고, 기준값 이상과 이하로 분류한다. 이 때 기준값이 중량이면 중량선별, 기준값이 크기이면 형상

선별기라 한다. 본 연구 개발에서는 참깨의 선별을 위하여 스크린(체)를 이용하여 꼬투리와 종실을 분리하는 형상 선별을 하고 있다.

또한 탈립작업에서 정선장치는 탈립 효율을 높이는데 없어서는 안될 중요한 장치이다. 탈립 과정에서 발생하는 미탈립 또는 탈립 꼬투리와, 건조된 잎과 참깨줄기로부터 부러진 줄기 그리고 최종 참깨종자가 혼합되어 있기 때문에 정선장치에서는 이를 효과적으로 분리하여 최종 참깨종자만을 집하부에 집하되도록 하여야한다. 이러한 용도의 정선장치는 기류선별, 크기선별, 비중선별 등의 방법이 있지만 본 연구 개발에서는 교반장치의 배출구 부분에 기류에 의한 방법으로 선별하는 방식을 채택하고 있다.

제 2 절 시작기의 작동 원리

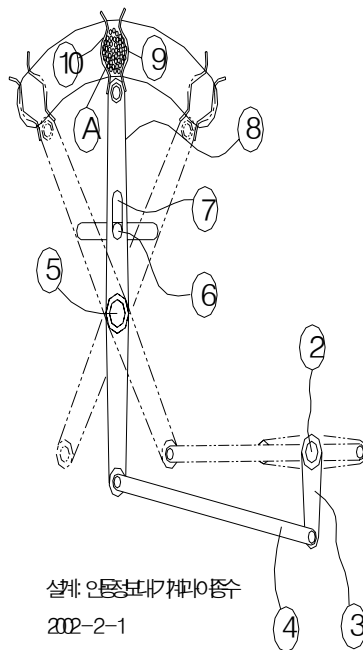


그림 4-2 극선 운동 방식의 타력 메커니즘

타력식 탈립기 개발의 원리를 나타내는 극선운동 메커니즘은 그림 4-2와 같

으며, 실제 이러한 원리를 응용한 실물 사진은 그림 4-3과 같다. 이 그림에서 볼 때, 동력 모터 축②의 회전은 크랭크 암③의 원운동에 의하여 커넥팅 로드④를 직선운동 시킨다. 커넥팅 로드④에 연결된 로커 암⑧은 회전 축⑤을 중심으로 극선운동되고, 로커 암 끝단에 연결된 탄성 핑그 고정장치⑩에 탈립 대상 작물을 장착시키면, 극선운동 경계의 타력 벽에 타격되어 탈립되는 매우 단순한 원리를 이용한 설계이다.

이 때 로드⑥에 교반장치가 연결되어 로크 암의 극선운동에 의하여 교반장치가 왕복운동되므로, 교반장치를 교반시키는 별도의 부가적인 장치 없이 로크 암의 운동에 의하여 타력 탈립과 교반이 동시에 이루어지므로 기계를 단순화시켜 생산원가를 절감시키는 설계이다. 이러한 극선 운동기구에 교반장치와 미탈립 꼬투리 처리용 회전원추를 부착시키고, 정선·선별 기능으로 설계한 개발 기계의 구성을 나타내는 도면이 그림 4-4와 그림 4-5이다.



그림 4-3 극선 운동장치

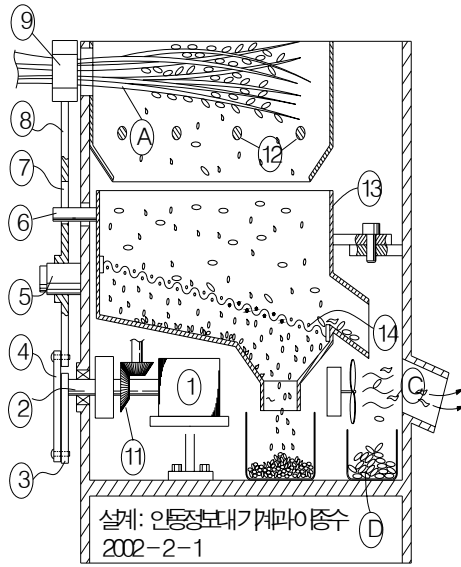


그림 4-4 회전 원추 부착형 극선운동 방식의 탈립기

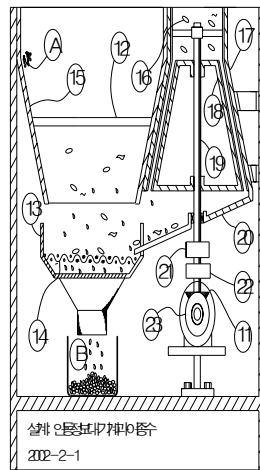


그림 4-5 회전원추 부착형 극선운동 방식의 탈립기

그림 4-4에서 기계를 구성하는 각 요소 부품 장치를 지지하고 뼈대를 구성

하는 기계프레임은 부록의 설계도면 #1, #2, #3과 같다. 기계프레임은 50×50×4t 기억자 각 앵글을 사용하였다.

제 3 절. 설계 제작

안동, 예천 등지에서 재배되는 참깨는 탈립성이 강하여 콤바인 수확에 의한 1회 탈립 수확이 불가능하여, 다발 묶음 결속 후 2~3회 탈립작업이 필요한 실정이다.

따라서 탈립성이라는 특이성에 의하여 참깨의 탈립 작업을 위한 극선 운동 방식의 타력식 탈립기는 구조와 원리에 있어서 탈곡기나 교반 방식의 탈립기와는 근본적으로 차이가 있으며, 곡류나 두류의 줄기에서 열매를 탈곡시키는 탈곡기(thresher)와는 다르다.

본 연구 방식의 타력식 탈립작업의 원리는 작물 묶음을 극선운동하는 메커니즘에 의하여 묶음 단이 타력벽에 부딪치면, 충격에 의하여 탈립작업이 수행되고, 이때 단에서 이탈되는 탈립 또는 미탈립 꼬투리, 참깨종자, 건조된 잎과 줄기 기타 협잡물은 정선 선별기에서 선별된다. 이 때 미탈립 꼬투리는 건조 후 재차 타력 탈립되어 순수 종자실만을 분리가 가능하여 탈립 정선 선별 집하까지의 작업이 일체형으로 이루어지는 시스템이어서 탈립작업의 생력 기계화가 가능하게 된다.

극선운동을 하는 타력식 탈립기계의 기본 구성은 극선 운동을 하는 타력 장치부, 탈립 곡물을 정선 선별하는 교반 장치부, 교반 장치에서 미탈립 꼬투리를 선별하여 재차 탈립시키는 회전원추로 구성되며, 이들 장치를 유기적으로 작동시키는 동력전달 장치와 기타 부속장치로 구성 설계된다.

또한 탈립작업에서 정선장치는 탈립 효율을 높이는데 없어서는 안될 중요한 장치이다. 탈립 과정에서 발생하는 미탈립 또는 탈립 꼬투리와, 건조된 잎과 줄기 그리고 최종 획득물인 종실이 혼합되어 있기 때문에 정선장치에서는 이를 효과적으로 분리하여 최종 종실만을 집하부에 집하되도록 하여야한다. 이러한 용도의 정선장치는 기류선별, 크기선별, 비중선별 등의 방법이 있지만 본 연구

개발에서는 교반장치의 배출구 부분에 기류에 의한 방법으로 선별하는 방식을 채택하고 있다.

1. 전동기 설계

탈립기계의 동력을 발생하기 위한 전동기 부하 설계 및 선정이 중요하다. 따라서 개발기계에 극선 운동을 발생시키는 출력 축의 회전속도를 제어하기 위하여 전동축을 구동하는 유도전동기의 속도제어를 위하여 그림 4.6과 같은 V-S 모터에 의한 유도전동기 제어 방식을 채택하였으며 V-S 모터의 제원은 표 4-1과 같다.

표 4-1 V-S MOTOR 제원

구동 전동기	3상 유도 전동기, 정격출력 1HP(0.75kW) 전류 3상 220/380V 4극, 전류 2.5/2 A 주파수 60Hz , 과부하율 1.0 효율 72% , 회전수 1710rpm 베어링 6206/6204
가변속도범위	150~1500RPM
출 력	0.4kg-m

그림 4-7은 V-S 모터의 단면도와 정면도이다. 이 도면은 기계 프레임의 설계 제작시에 모터의 베이스를 프레임에 고정시키기 위한 드릴링 작업의 위치 설정에 중요한 자료이다. 그림 4-8는 3상 가변속 모터의 전기회로도이며, 이를 바탕으로 모터 제어반을 그림 4-9와 같이 구성하였다. 이 모터 제어반에서는 3상 380V로 모터가 기동되며, 제어반의 각종 콘트롤러는 단상 전기로 공급된다. 따라서 제어반의 모터전원을 공급한후 속도제어 노브를 회전시키면 3상모터의 출력 회전속도는 150~1500rpm 범위에서 가변 운전이 가능하게 된다.



그림 4-6 3상 V-S MOTOR

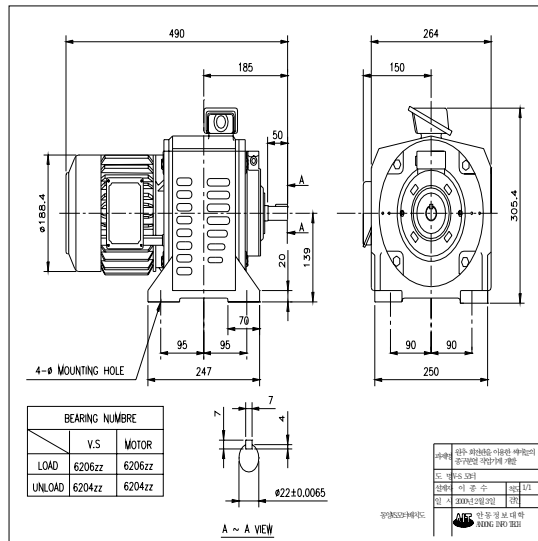


그림 4-7 V-S MOTOR의 정면도와 측면도

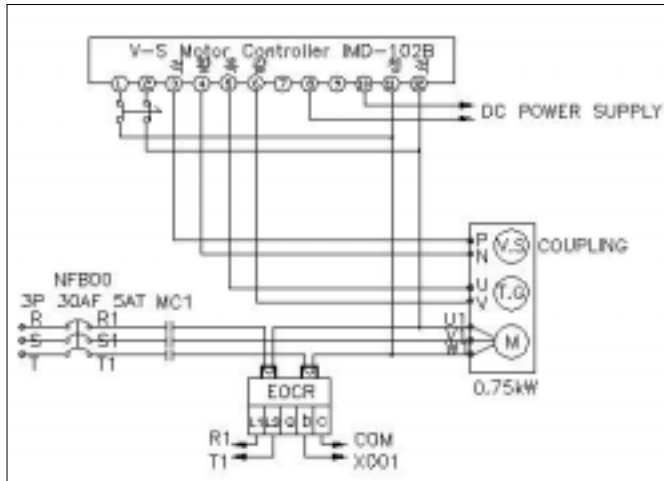


그림 4-8 V-S MOTOR 회로 구성도



그림 4-9 V-S MOTOR 제어반

2. 감속기와 축 커플링

개발기계의 최종 극선운동 속도는 모터 출력을 감속기에서 감속하여 크랭크 아암을 회전시켜서 얻는다. 따라서 요구되는 극선속도는 가변속 모터의 속도 범위를 10:1로 감속시키는 감속기를 장착하였으며, 이 감속기축과 모터의 축을 연결하는 방법이 체인 커플링이다.

커플링은 원동기(driving shaft)와 종동축(driven shaft)을 연결하여 동력을 전달시키는 기계요소로서 원통면 원추면 또는 원판면에 있어서의 접촉을 이용하는 수가 많다. 운전중 결합을 단절할 수 없는 축 이음의 커플링(coupling)과 필요에 따라 운전중 결합을 단속할 수 있는 가동 축 이음(탈착 축 이음) 즉 클러치로 대별된다.

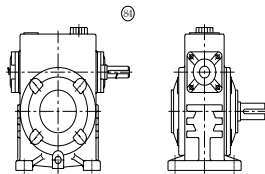


그림 4-10 감속기의 정면도와 측면도

가변속도제어 방식에 의한 속도제어에 의하여 최적의 축 회전속도가 결정되면 일반의 단상 모터에 의하여 축 동력을 발생시킨다. 이 경우 모터에서 발생하는 정속의 축 회전을 필요 회전속도로 변환하기 위하여 모터의 출구에 그림 4-10과 같은 정면도와 측면도의 형상을 갖는 감속기의 장착이 필요하다. 이 감속기는 모터 발생회전을 극선 운동을 하는 커넥팅 로드에서 일정속도로 회전하도록 감속된 rpm을 제공한다.



그림 4-11 모터와 감속기의 커플링



그림 4-12 감속기 출력부의 크랭크 아암(전면)



그림 4-13 감속기 출력부의 크랭크 아암(후면)

여기서 사용된 감속기(worm gear reducer)는 SY-WU-60 모델의 10:1의 감속비를 사용하였다. 결국 VS-모터는 가변속 모터의 속도 범위가 150~1500rpm이므로 감속기에서 속도범위는 15~150rpm이 된다.

본 개발기계에서는 가변모터와 감속기의 축 연결에는 chain coupling(형식 삼양 SY-4016)을 사용하였다. 그림 4-11은 가변속 모터와 감속기를 체인 커플링을 이용하여 축 이음을 한 사진이다. 이 사진에서 중간부분이 체인 커플링이며, 그림 4-12와 4-13이 체인 커플링된 감속기에서 감속된 회전속도로 극선운동을 하는 크랭크 기구로의 접속을 나타내는 사진이다.

3. 타력장치

모터 회전축 동력이 감속기를 지나 설정된 회전 속도로 출력되면 이 출력이 바로 극선 운동 장치에 연결된다. 극선운동 장치는 탈립작업을 하면서 계속적으로 탈립작목을 공급하기 위해서는 정지상태에서 갯 단을 거치하고, 동력이

연결되면 타력작업에 의하여 탈립이 수행되는 과정을 반복하게 하는 기능을 수행한다.



그림 4-14 극선운동 장치와 감속기 연결부

타력식 탈립기술의 핵심 기술과 원리는 극선운동이다. 극선운동이란 동력 모터 축의 회전은 크랭크 암의 원 운동에 의하여 커넥팅 로드를 직선운동 시킨다. 커넥팅 로드에서 연결된 로커 암은 회전축을 중심으로 극선운동되고, 로커 암 끝단에 연결된 클램프에 장착된 탈립 대상 작물 또한 극선운동을 하게 되는 원리이다.



그림 4-15 극선운동 장치와 커넥팅로드와 로크암

그림 4-14는 크랭크의 기구를 나타낸다. 크랭크는 좌우 고정 편을 기준으로 일단은 모터 출력축과 전동되고 있는 감속기 출력 축에 연결되고 이 축은 그림 4-13의 커넥팅 로드(Connecting rod)에 연결된다. 커넥팅 로드는 왕복 원주 운동을 하고 있는 그림 4-14와 같은 로커에 연결된다. 로커는 중앙의 중심 축을 기준으로 좌우 왕복 각운동을 수행한다. 로커의 중앙과 상부의 탄성 핑거 사이의 중간 부분에 위치한 슬릿은 그림 4-15의 교반장치가 좌우로 각운동하도록 하는 가이드 역할을 한다. 실제 상하 교반장치로 설계하는 경우 교반 장치를 작동시키는 별도의 장치가 부가되어야 하므로 기계가 복잡하고, 생산 원가가 증가되는 요인이 되고 있다. 이 때 로드와 교반장치가 연결되어 로크 암의 극선운동에 의하여 교반장치가 왕복운동되므로, 교반장치를 교반시키는 별도의 부가적인 장치 없이 로크 암의 운동에 의하여 타력 탈립과 교반이 동시에 이루어지므로 기계를 단순화시켜 생산원가를 절감시키는 설계이다.



그림 4-16 로커암에 연결된 클램프장치

그림 4-16은 극선 운동 장치의 최단부에 부착되어 있는 클램프 장치이다. 이 클램프는 왕복 원주 운동을 하는 로커(rocker)에 고정되어 있으면서 실제 작업이 이루어지는 작물 묶음이 삽입 후 클램프를 단아서 조이면 작업이 가능하도록 설계되었으며, 크랭크 레버 기구의 왕복 각운동에 의하여 타력벽 간격 내를 움직이면서 타력되도록 하는 역할을 한다.

그러나 극선 운동형 크랭크 레버 기구를 사용한 본 연구 개발에서는 로커의 중간 부분에 교반장치의 각운동이 가능하도록 슬릿을 두어서 별도의 교반 장치 없이 타력용 로커만으로 타력과 교반이 동시에 이루어지는 매우 특이한 원리를 획득하여 개발기계에 적용하였다. 따라서 개발기계는 타력의 교반의 동시성에 의하여 기계는 간단하고 단순하면서 생산원가의 절감효과를 극대화 할 수 있다.



그림 4-17 타력 공간과 가이드 바

그림 4.17은 타력공간을 나타낸다. 극선운동 장치의 작물 거치대인 클램프에 고정된 작물 묶음이 좌우 일정 간격으로 극선운동이 이루어지면 극선 범위 내에 위치한 타력 벽에 충돌되는 충격에 의하여 작물의 종실이 탈립되는 장치 부분이다. 이 때 좌우 측면에서 가이드 봉을 설치하여 작물이 좌우 극선운동은 가능하며, 중력과 자중에 의하여 묶음이 하부로 처지는 것을 방지하기 위하여 가이드용 바를 장착하였다. 이러한 극선운동 장치 및 타력 벽의 설계도면은 도면 #4, #5, #6과 같다.

4. 교반장치

동력발생부에서 발생된 동력은 원주운동으로 극선운동장치에 전달되고, 이 운동을 이용하여 별도의 추가적인 동력의 투입 없이 교반장치에 동력이 전달하도록 하기 위하여 그림 4-18과 같이 기계프레임 바로 위에 로커 암의 슬릿에 교반장치를 연결하여 원주운동에 의하여 교반장치가 진동이 발생되도록 설계하였다. 그림 4-19, 그림 4-20은 기계프레임의 상부 타력벽 및 타락 장치의 하부에 부착된 교반 장치를 나타내는 그림이다.



그림 4-18 교반 장치와 로커 암의 연결



그림 4-19 교반장치



그림 4-20 교반장치



그림 4-21 교반장치 내부와 배출구



그림 4-22 교반장치의 스크린(체)

그림 4-21은 타력실의 상부에서 보았을 때의 교반장치를 나타내고 있다. 이러한 교반 장치내의 교반 장치에서 알곡의 종실만을 선별하기 위한 스크린(체)를 나타낸 것이 그림 4-22이며, 스크린의 규격은 도면 #9와 같다.

탈립된 참깨종자는 여타의 꼬투리나 잎, 줄기와 같은 헝잡물로 혼합되어 있기 때문에 극선운동 장치에 연결되어 교반되는 교반장치의 하단부에 이러한 선별용 스크린을 부착하여 교반에 의하여 종실만이 스크린의 메쉬를 통과하면 경사면을 따라서 집하부로 연결되도록 설계하였다.

선별체는 교반장치에서 평면도에서 볼 때 우측의 핀 홀은 기계 프레임 힌지에 연결되어 핀을 회전축으로 극선운동으로 좌우 회전하도록 설계되었다. 반면 좌측부분의 연장 로드(Extend rod)는 극선운동 장치의 로커 암에 연결되어 좌우로 극선운동을 한다. 교반장치는 상부에서 탈립된 종실은 하부로 직하되어 배출구로 집하되며, 헝잡물은 측부로 배출되어 기류 정선 방법으로 정선되어 미탈립 꼬투리와 기타 폐기 헝잡물로 분류된다. 교반장치의 설계 제작도면은 부록의 도면 #6, #7, #8과 같다.

5. 배출 풍선 장치

배출부 및 풍선장치는 탈립 작업에 의하여 분리된 알곡과 꼬투리 기타 협작물들을 선별하는 장치이다. 이 때 배출부는 그림 4-23과 그림 4-24와 같이 교반장치의 하부에 설치되었다. 교반장치에서 스크린의 교반작용에 의하여 분리된 알곡은 좌측 배출구로, 미탈립 꼬투리 및 협작물은 우측의 하부로 직하되는 배출부이다.



그림 4-23 배출부



그림 4-24 배출부와 풍선장치



그림 4-25 풍선장치

그림 4.25에서와 같이 좌측과 우측 직하의 배출부에는 기류 정선방법에 의하여 협잡물을 걸러내기 위하여 교차류 형식의 송풍모터 팬을 장착하였다. 우측 알곡 배출부의 송풍 팬은 알곡에 혼입되어 있는 협잡물을 기류에 의하여 분리시키며, 중앙의 직하 배출부에서는 미탈립된 꼬투리와 협잡물을 걸러내는 장치이다.

공 백

제 5 장 꼬투리 이송 및 탈립장치

제 1 절 구성과 원리

참깨는 1차적으로 교반 탈립부에서 탈립작업 후, 참깨 종자와 줄기에서 탈리된 꼬투리 그리고 기타 협잡물이 발생된다. 참깨 종자는 탈립장치 하부의 체망을 통과하여 집적되고, 미탈립 꼬투리는 재탈립을 위하여 회전원추 탈립장치로 이송되어야한다. 그러나 참깨 종자를 제외한 협잡물에는 꼬투리와 잎 부러진 참깨 줄기 등이 포함되어 있어서, 꼬투리만을 선별하여 재탈립하기에는 많은 문제점 즉, 장치의 기술적인 문제와 기계 장치 복잡성 등이 따른다.

이러한 문제점 때문에 미탈립된 꼬투리를 포함하여 협잡물 모두를 회전원추 재탈립부로 이송시켜서 분쇄탈립으로 꼬투리 탈립과 잎 등의 협잡물을 분쇄하여 기류 풍선하는 방법을 설계로 채택하였다.

1차의 충격교반 탈립장치에서 2차의 회전원추 탈립부로 대상물을 이송 방법에는 여러 가지 방법이 있지만 참깨단을 수평 방향으로 연속 투입장치의 시작기를 기준으로 볼 때 장치의 배치와 연동으로 구동 가능하도록 하기 위하여 벨트 컨베이어 방법으로 설계하였다.

그림 5-1과 같이 협잡물이 작업기준 위치에서 경사 벨트 컨베이어에 의하여 하부 위치에서 상부 위치로 이송되며, 벨트 컨베이어 끝단에서는 그 직하부에 위치한 회전원추 투입부에 작업물이 투입되면 회전원추에서 재탈립 작업이 이루어진다. 미탈립 꼬투리는 참깨 종실이 분리되어 탈립이 되며, 잎 등의 협잡물은 분쇄되어 비교적 참깨보다 가벼운 무게로 되어 기류에 의한 선별이 용이하게 된다.

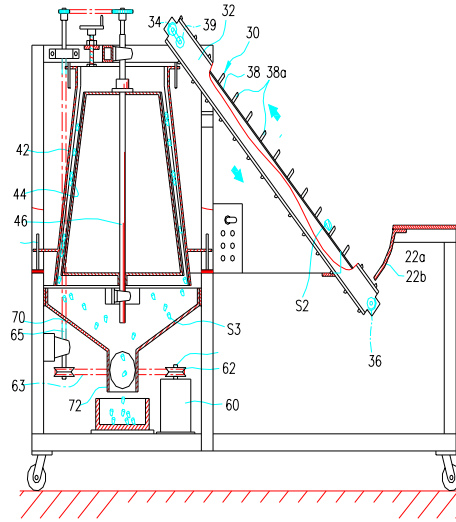


그림 5-1 상향 경사 벨트 컨베이어와 회전원추

제 2 절 설계 제작

1. 프레임 제작

그림 5-1, 5-2에서 작업 대상인 꼬투리 및 협잡물의 이송이 시작되는 작업대, 경사부의 이송 컨베이어 장치, 분리장치, 전원공급장치 등의 기계를 구성하는 각 요소 부품 장치를 지지 구성하는 기계프레임으로 구성되어 있다. 기계프레임(1,400mm×800mm×1,500mm)은 50×50×4t ㄱ 각앵글을 사용하였다.



그림 5-2 벨트 컨베이어 장치

2. 전동장치 제작

컨베이어 및 재탈립장치인 회전원추(그림 5-2와 그림 5-3)의 출력 축의 회전속도를 제어하기 위하여 전동 축을 구동하는 단상 220V, 1HP 전동기로 설계 제작하였다.

전동 모터(그림 5-3)는 단상유도전동기, 220V, 2HP, 1700rpm이며 전동 경로는 모터 주축의 V 벨트 풀리, 1,810rpm에서 중간축 하부 V-벨트 풀리, 750rpm 으로 전동되고 중간축 상부 스프로킷 750rpm(잇수 15개)에서 내측 회전 원추축 스프로킷으로 전동된다. 이때 그림 5-5와 같은 회전원추의 회전 속도는 375rpm이다



그림 5-3 동력 전달장치



그림 5-4 동력 모터와 중간 축의 벨트풀리 전동



그림 5-5 중간 축과 원추 축과의 체인 스프로킷 전동

3. 상향 컨베이어 제작

작업 실증실험 대상물이 컨베이어 하부에 유입되면 상향 경사 컨베이어에 의하여 상부 컨베이어 출구에서 낙하되어 회전원추 재탈립 장치에 자동 투입된다. 이때 컨베이어는 그림 5-6과 같이 구동 기어드 모터(모터:단상 220V,6W, S6106GBGeared Head : 모델번호 S6DA30B, 55rpm, Sungshin P&Ind Co.Ltd.)가 장착되어 있다.

그림 5-6에서와 같이 컨베이어 벨트 길이는 3,200mm(16개 띠, 120mm 간격)이며 이송속도는 12.4m/min이다.



그림 5-6 컨베이어 출구부착 기어드 모터



그림 5-7 컨베이어의 하부 리턴부

필요 축 회전 속도가 결정되면 일반의 단상 모터에 의하여 축 동력을 발생 시킨다. 이 경우 모터에서 발생되는 1500rpm 축 회전이 기어 감속에 의하여

50rpm으로 감속된다. 또한 컨베이어 하부의 프레임에는 테이크 업 장치가 부착되어 있어서 컨베이어의 고무벨트의 장력을 조절하여 지나친 처짐을 조절할 수 있게 설계하였다.

4. 회전원추 재탈립부 제작

컨베이어에 의하여 이송된 탈립 대상물들이 재탈립장치의 회전원추 상부로 자유낙하 투입된다. 이 때 회전 원추는 투입부로 함께 꼬투리 등이 투입되면 투입된 공간 즉, 내외 원추의 상부 간격은 투입되는 탈립 대상물의 최대 구경을 갖는 폭에 해당하고, 하부 간격은 종실이 분리된 꼬투리 파편의 배출부가 되는 구조로서 꼬투리의 기하학적 형상에 근거하여 설계되었다. 따라서 컨베이어에 의하여 상부에 투입된 꼬투리는 원추의 회전에 의하여 자동으로 급송되어, 상부의 넓은 공간에서 하부의 좁은 공간으로 나선회전을 하면서 이동되면서 분리되는 구조이다.



그림 5-8 원추 이송헨들

재탈립부의 회전원추는 프레임하부에서 모터동력이 중간 축 하부 벨트 풀리에 의한 방법으로 전동되고, 중간 축 상부에서 체인 전동에 의하여 회전하는 내원추 축에 전동된다. 그림 5-8에서 좌측은 회전원추 축이며, 우측의 핸들은 외원추를 상하로 이송시키는 역할을 하며 하중과 이송의 리이드를 크게 하기 위하여 사다리꼴나사로서 설계하였다.

그림 5-8의 상부의 핸들을 돌리면 외원추는 그림 5-9의 상부가이드 바, 그림 5-10의 하부가이드 바를 기준으로 상하로 이동되어 원추 배출부의 간극이 좁아지거나 넓어져서 탈립 대상물의 기하학적 형상 및 크기에 유연하게 대처하는 메카니즘이다. 외원추의 상하 이동에 대한 가이드 바는 그림 5-10과 같이 4면에 4개 프레임에 고정되어 있도록 설계하였다.



그림 6-9 원추 하부

꼬투리 재탈립부의 회전원추 탈립부에서 내외측의 설계값은 그림 5-11과 같다. 내외측 원추의 설계에서 외측원추는 460(입구)×610(출구)×500(높이)이며 상하이송 가변형 장치에 의하여 그림 5-12와 같이 상하로 ±30mm 이송가능하다. 반면 내측원추는 320(입구)×510(출구)×500(높이)이며 축 회전 속

도는 375rpm이다. 이러한 내외측 원추의 충격흡수고무판의 두께는 15mm이며 투입부와 배출부 간극은 각각 40mm과 20mm 이다.



그림 5-10 원추 하부의 프레임과 이송 가이드

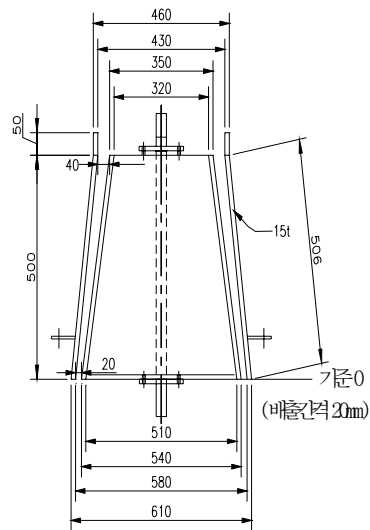


그림 5-11 회전원추 설계

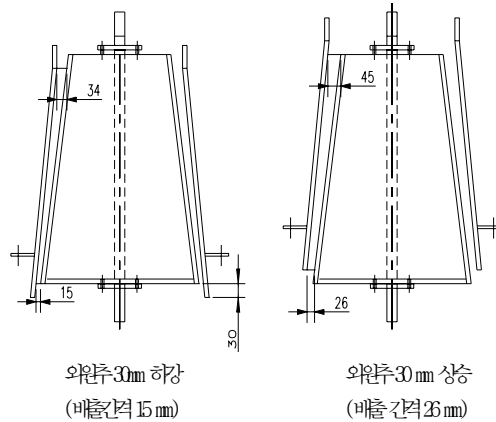


그림 5-12 외원추의 상하 이송 설계

5. 배출부 제작

회전원추 탈립부 하부의 배출부 및 풍선장치는 충격교반 장치의 탈립작업에서 파생된 찌꺼기의 꼬투리, 잎, 줄기 기타 협잡물을 분쇄 및 분리하는 장치이다. 이 때 배출부는 그림 5-13 및 그림 5-14와 같이 교반장치의 하부에 설치되었다.

그림 5-14에서와 같이 직하의 배출부에는 기류 정선 방법에 의하여 협잡물을 걸러내기 위하여 교차류 형식의 송풍모터 팬을 장착하였다. 배출부의 송풍팬은 협잡물을 기류에 의하여 분리시키며, 직하 배출부에서는 찌꺼기 종자 및 분쇄된 꼬투리가 자유 낙하되어 집하되도록 설계하였다.



그림 5-13 배출부와 풍선 팬



그림 5-14 배출부

공 란

제 6 장 수평연속투입형 시작기

제 1 절 구성과 동작원리

연속식 투입장치, 충격 교반장치, 미탈립 꼬투리 재탈립 장치, 정선장치로 구성되어 있다. 이 때 1차의 충격 교반 탈립장치에서 미탈립 꼬투리 탈립을 위한 회전원추 탈립부로의 이송은 이번 시작기에서는 연동시키지 않고, 독립적인 가동 방법을 택하였으므로 추가적인 컨베이어 장치는 별도의 시작기를 설계 제작하여 연동시키고자 한다.

시작기의 기본 개념은 참깨단을 수평 방향 연속식 투입 방법으로 하고, 참깨 단을 연속으로 투입하면 탈립장치에서는 상하교반의 충격장치에 의하여 참깨 종자는 탈립이 이루어진다. 탈립된 참깨종자와 협잡물들은 충격장치 하부의 선별체 망에서 참깨종자는 체망을 통과하여 직하방향으로 자유낙하 하면서 교차 기류풍선 에 의하여 참깨 종자는 집적된다. 그러나 협잡물과 축정이는 기류 에 의하여 선별된다. 반면 체망을 통과하지 아니한 탈리된 꼬투리가 포함된 협잡물은 별도의 배출구에서 집적된다. 이 집적된 협잡물은 1차적으로 참깨 잎은 걸어내고 나머지 협잡물을 회원원추 방식의 탈립부에 미탈립 꼬투리가 투입되면 일부 개화되었거나 또는 개화되지 않은 상태의 꼬투리는 회전원추를 통과하면서 꼬투리는 완전히 종실별로 분리되면서 참깨종자는 탈립이 이루어지고, 같은 방법으로 회전원추 하부의 부분에서 교차기류 풍선방법에 의하여 협잡물과 참깨가 선별되도록 설계 제작하였다.

제 2 절 시작기 계통도

수평방향으로 참깨가 연속투입되는 참깨 탈립기 시작기의 동력전달 계통도는 그림 6-1과 같다. 단상 220V, 2HP, 1800 rpm의 동력모터는 2열 폴리

에 축이음이 되도록 설계하였다. 2열 풀리의 상부 풀리는 교반충격 탈립장치로, 하부 풀리는 꼬투리탈립용 회전원추장치로 전동된다.

상부풀리(b1)과 감속기 입구측 풀리(b2)의 축간 거리 460mm로서 V벨트 풀리 직경 $Do=135\text{mm}$, 축회전 1800rpm이다. 감속기(h)는 감속비가 1/30으로서 1800rpm의 속도가 60rpm으로 감속되어 요동캠에 전동된다. 요동 캠(g1-g2)에서 요동높이 35mm로서 요동캠 g1의 회전에 의하여 g2와 연결된 충격 교반부는 커넥팅 로드(rod)에 연결된 충격 교반 바를 상하로 35mm 교반된다. 이때 감속기 출력 회전수 60rpm에서 1회전당 2회 교반되므로 교반 회수는 다음과 같다.

$$\text{교반 회수 } 2\text{회}/1\text{회전} \times 60\text{rpm} = 120\text{cpm}$$

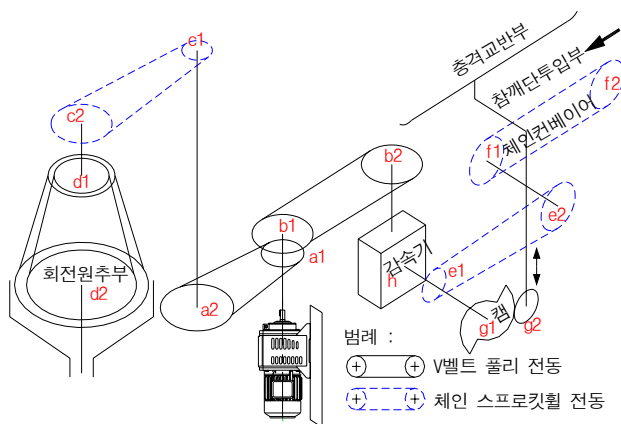


그림 6-1 동력전달 계통도

또한 저속 이송이 필요한 이송체인에 전동하기 위하여 감속기 출력의 체인 스프로킷 전동(e1-e2)은 축간 거리 615mm로서 감속기 출력 스프로킷 휠(e1)은 $Do=65$, $Z=15$ 개, 60rpm이며 이송 체인측의 스프로킷 휠(e2)는 $Do=130$, $Z=30$ 개, 30rpm으로 속도가 반으로 감속되었다. 중간 축과 이송

체인의 체인컨베이어의 체인 스프로킷 휠(e2-f1)의 축 직경 $\Phi 30$, 중간 축 길이 850mm이다.

참깨 단의 투입-배출이 발생하는 이송컨베이어의 이송체인전동(f1-f2)의 축간거리 1430mm로서 $Do=100$, $Z=8$ 개, 30rpm, 체인 피치 $P=70$ mm이다. 컨베이어의 이송속도는8.4m/min이다.

모터축의 2열 폴리에서 미탈립 꼬투리 탈립장치인 회전원추축으로 전동이 분기되는 하부 폴리(a1)과 중간 축 폴리(a2)는 축간 거리 460mm로서 a1은 V벨트 폴리 $Do=100$ mm, 1800rpm이며 a2는 $Do=200$ mm, 900rpm으로서 중간 축 직경 $\Phi 30$ 이다. 중간축의 a2(폴리)와 c1(스프로킷 휠)은 축 직경 $\Phi 30$, 중간 축 길이 980mm이다.

체인전동의 중간 축 스프로킷 휠(c1)과 내원추축 스프로킷 휠(c2)의 축간거리 400mm, c1의 $Do=65$, $Z=15$ 개, 900rpm이며 c2는 $Do=130$, $Z=30$ 개, 450rpm이다. 따라서 미탈립 꼬투리를 탈립하는 회전원추 축 c2-d1-d2는 450rpm(실제 타코미터 측정 433rpm)이다.

제 3 절 설계 제작

1. 프레임 제작 및 전동

참깨단이 수평 방향으로 연속투입되는 1차 탈립부와 2차의 꼬투리 탈립부로 구성되며, 그림 6-2는 시작기의 전면을 그림 6-3은 시작기의 후면을 나타낸다. 그림 6-2에서 우측부분의 1차 탈립부는 $1200 \times 1500 \times 1500$ 이며, 좌측의 꼬투리 탈립부는 $800 \times 800 \times 1500$ 으로 설계 제작되었다. 이 때 프레임은 50×50 ㄱ자 등각 앵글로 제작되었다. 프레임은 이동이 쉽도록 캐스터를 부착하였으며, 1차 및 2차의 탈립부를 연동 운전되도록 전동장치를 구성하였다. 모터는 단상 220V 2HP, 1760rpm 이다.

전동장치의 설계는 모터 축의 2열 V-벨트 폴리에서 축 회전 1800rpm을

분기하여 1차 탈립부 체인 이송장치에서 30rpm을 그리고, 2차 탈립부의 회전 원추의 회전속도를 450rpm으로 되도록 설계 제작하였다.



그림 6-2 시작기 앞면



그림 6-3 시작기 뒷면

2. 투입부 제작

참깨 단을 연속으로 투입하여 탈립이 이루어지고 배출되는 과정의 투입부는 그림 5-4와 같으며 탈립 작업속도와 투입속도는 작업의 안전과 효율적인 작업 공정에서 중요한 인자이다. 따라서 참깨 단 투입이 이루어지면 이송체인에 의한 컨베이어 속도는 8.4m/min으로 하였다. 저속으로 회전하는 이송 체인은 체인의 처짐을 조절하고 축간의 적당한 유격을 이루도록 그림 5-5와 같은 텐션장치를 부착하였다.

그리고 투입되는 참깨 단의 직경은 투입구 간극 설계에 고려되어야 한다. 참깨 단의 직경은 재배농가, 재배지역, 예취 묶음 작업자의 연령 성별에 따라 차이가 있다. 이를 고려하여 투입부의 간극은 불균일한 참깨의 단을 고려하여 3단계로 대응하도록 제작하였다. 1차적으로는 일정한 투입부 간극에서 참깨 단에서의 미소한 변화는 이송체인의 대향측에 있는 가이드 레일의 스프링을 이용하였으며, 2차적으로는 가이드 레일을 그림 5-6과 같이 프레임 고정부에 볼트 직경을 폭으로 하는 슬롯을 만들어서 투입간격을 조절하였다. 또한 그림 5-7과 같이 투입부 간극을 조절하기 위하여 조절용 지그의 핀 홀을 이용하여 가이드 레일가 부착된 프레임 자체의 간격을 조절하였다.



그림 6-4 투입부 이송 체인



그림 6-5 체인 텐션 조절장치



그림 6-6 투입간극 조절 슬롯



그림 6-7 투입간극 조절용 지그

3. 충격 교반부

이송체인을 통하여 투입된 참깨 단은 탈립공간을 수평으로 이동하게 되고, 이동되는 참깨 단은 하부의 회전 캠에 의하여 충격 바의 타력에 의하여 참깨의 탈립이 이루어진다. 회전 캠은 그림 6-8과 같이 감속기 출력축에서 60rpm으로 저속회전 하게된다. 회전 캠의 1회전에 대하여 피동체(요동레버)는 2회 요동하므로 결국 요동레버에 의한 충격 타력 바는 120rpm 탈립작업이 이루어진다. 그림 6-9에서 회전 캠에 의하여 요동레버가 상하로 요동하는 높이는 35mm이며,이 요동 레버에 의하여 그림 6-10의 충격 바는 상하로 35mm 요동하면서 타력된다. 이때 투입부에서 투입된 참깨 단은 이송체인(1,100m)를 통과하는 동안 소요되는 시간은 8초이므로 약 16회의 타력을 받고 탈립이 이루어진다.



그림 6-8 탈립장치의 요동캠



그림 6-9 회전 캠과 요동레버



그림 6-10 충격 바

4. 1차 탈립 배출부 제작

연속투입 방법에 의한 참깨 탈립은 작업과정에서 참깨종자 뿐만 아니라 줄기에서 탈리된 꼬투리와 잎 등의 협잡물이 발생한다. 따라서 탈립작업의 다음 공정으로 이러한 협잡물에서 참깨 종자를 분리해야 한다.

참깨 종자는 그림 6-10에서와 같이 탈립공간의 하부 충격교반에 의하여 탈립된후 체망에 의하여 참깨 종자만 선별되어 그림 6-11의 우측 배출구(그림 6-12 좌측 배출구)를 통하여 집하된다. 반면에 체망을 통과하지 아니한 꼬투리와 잎 줄기 등의 협잡물은 그림 6-11의 좌측 협잡물 배출구(그림 6-12 우측 배출구)를 통하여 집하된다. 집하된 잎과 줄기는 걷어내고 2차 미탈립 꼬투리 탈립부에 수동 투입하여 탈립 선별한다. 그러나 금번의 시작기 이후에는 1차 탈립 작업 후 켄베이어 장치의 연동에 의하여 2차 탈립부로 자동 수송되도록 제작 된다.

실제 잎 등은 부피가 크기 때문에 그 자체를 기류 풍선에 의하여 선별하기 보다는 작게 분쇄하여 체망을 통과하면 통과된 잎 부스러기는 참깨종자와 혼합되

더라도 기류에 의하여 풍선이 가능한 장점이 있다. 또한 체망을 통과하지 아니한 협잡물은 별도의 배출구에서 집하 폐기된다.



그림 6-11 1차 탈립 배출구의 후면



그림 6-12 1차 탈립 배출구의 전면

5. 재탈립 원추부 제작

금번 시작기에서는 1차에서 발생된 작업 대상물을 연속으로 이송하여 재탈립 원추 탈립부로 이송이 되지 않기 때문에 1차 탈립 장치에서 발생된 미탈립 꼬투리와 협잡물을 집적하여 인력에 의한 작업으로 2차 탈립 장치인 회전원추에 투입한다.

1차 탈립작업과정에서 참깨 줄기로부터 떨어져 나온 꼬투리의 재탈립을 위한 방법으로 회전 원추 원리를 이용하였다. 재탈립장치의 외원추는 고정되어 있으며, 내원추는 탈립용 작업기계의 모터 출력 축에 연결된 베벨 기어에 의하여 동력이 전달되어 적절한 속도로 회전하게 된다. 물론 이 때의 최적 회전속도는 구명되어진 조건에 의하여 결정되며, 일정속도는 감속기에 의하여 조정된다.

회전원추의 경우는 투입부에 꼬투리가 투입되면 투입된 공간 즉, 내외 원추의 상부 간격은 투입되는 꼬투리의 최대 크기를 갖는 폭에 해당하고, 하부 간격은 탈립된 꼬투리가 배출부가 되는 구조로서 꼬투리의 폭과 높이 정도의 간격을 두면 된다. 따라서 투입 꼬투리는 원추의 회전체에 의하여 자동으로 급송되어, 상부의 넓은 공간에서 하부의 좁은 공간으로 나선회전을 하면서 이동되면서 탈립되는 구조이다.

원추 탈립장치에 투입된 미탈립 꼬투리는 탈립하여 종실로부터 참깨 종자를 분리하고, 꼬투리, 잎 등의 협잡물은 회전원추를 지나면서 잘게 부셔서 풍선장치에서 쉽게 풍선되도록 하는 기능이다. 이러한 탈립 및 분쇄 기능을 위하여 그림 5-13과 같은 탈립장치는 상부의 전동장치에 의하여 내부의 원추는 회전하고 바깥쪽 원추는 고정되어 있다. 이 때 투입된 작업대상물은 상부에서 하부로 이동되면서 회전 비틀림 작용에 의하여 탈립 작업이 이루어진다.

이 때 탈립 대상 꼬투리의 기하학적 형상의 크기 변화에 대응하여 그림 5-13의 좌측 틸트조절핸들을 회전시키면 외측 원추는 그림 6-14의 가이드 바에 의하여 외측원추는 상하로 이동되어 투입부와 배출부의 간극이 변화하게 된다. 내측과 외측 원추의 설계도면과 외측 원추의 이송에 의한 투입구와 배출구

의 간극 변화는 그림 6-15와 같다.



그림 6-13 회전원추 탈립장치



그림 6-14 외원추의 상부 및 하부 가이드 바

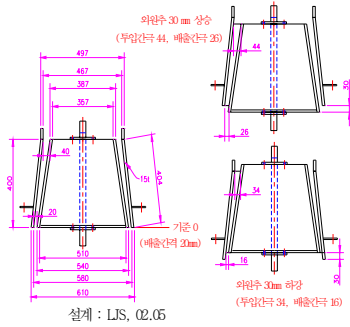


그림 6-15 외원추 설계도

6. 2차 배출부 제작

꼬투리 탈립장치의 회전 원추에서 발생되는 탈립된 꼬투리와 참깨 종자 그리고 분쇄된 헵잡물 등이 배출된다. 이들을 참깨 종자와 꼬투리 과편과 분쇄된 잎 등의 부분으로 분리하는 기능이 풍선장치이다.

그림 6-16에서 풍선 팬에서는 기류가 수평 방향으로 유동하고 원추하부의 탈립물 및 헵잡물은 직하한다. 꼬투리와 참깨종자는 하방의 수집통에 집적되고, 분쇄된 잎은 참깨나 꼬투리에 비하여 가볍기 때문에 혼합기류의 형태로 풍선된다.

금번 시작기 이후의 제작 시에는 배출구에서 참깨와 꼬투리를 분리하기 위한 체망을 부착하여 분쇄된 잎과 쪽정이는 기류에 의하여, 참깨종자와 분쇄된 꼬투리는 체망의 형상 선별에 의하여 분리하는 것이 필요하다.



그림 6-16 2차 배출부

제 7 장 수직투입 측면 교반형 시작기

제 1 절 구성과 작동원리

참깨 단을 수평으로 연속투입하고 참깨 단의 하부에서 상하 교반하는 시작기를 바탕으로 하여 수정, 설계한 최종 시작기이다. 기존 방식은 참깨단을 수평으로 하여 연속 투입하는 방법이였으나, 금번의 방법은 참깨단을 거꾸로 세워 투입하므로 자연적으로 꼬투리가 개열되어 있는 종실의 참깨가 탈립되도록 하였다. 따라서 투입부의 이송체인은 참깨단이 90°거꾸로 세워진 수직으로 투입되어 이송되므로 투입장치를 수정 설계하였다.

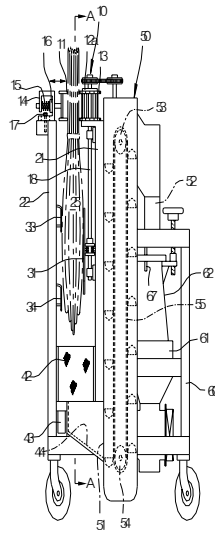


그림 7-1 참깨 탈립기 정면도

수직으로 투입된 참깨단이 이송체인에 의하여 공급되면 탈립 공간이 측벽에

제작 설치된 교반부가 충격교반에 의하여 탈립작업이 이루어지는 형태이다.

또한 컨베이어 이송장치 시제품의 검증을 거쳐서 설계된 버킷엘리베이터 장치를 추가하였다. 수직방향 연속 투입된 참깨의 단은 탈립부 측벽에 레버 크랭크기구에 의하여 좌우 교반 방식의 충격장치에 의하여 탈립이 이루어진다.

그림 7-1은 참깨 탈립기계의 정면도, 그림 7-2는 측면도 그리고 그림 7-3은 그림 7-1의 A-A단면의 단면도이다. 이러한 그림 7-1~그림 7-3에서 참깨 단을 거꾸로 세워서 수직상태로 이송체인을 따라 투입하고 있다. 이송체인은 참깨 단을 거꾸로 세운 상태에서 참깨 단을 수평방향으로 이송시키는 이송기구(10)와 가이드레일(11)로 구성된다.

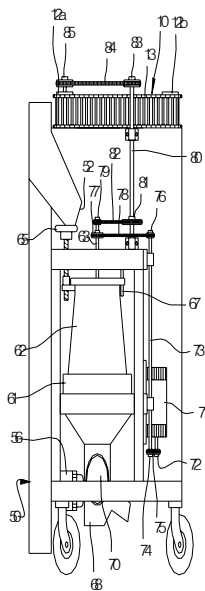


그림 7-2 참깨 탈립기 측면도

이송기구는 양쪽의 스프로킷 휠에 이송체인(13)을 걸어 설치한 구성이고, 이 이송체인은 콤파인에 사용되는 이송체인과 같이 산형의 톱니를 부착한 형상이다. 가이드레일은 참깨 단을 사이에 두고 이송체인의 대향측에 설치되는 것

으로, 이송되는 참깨 단의 굵기 변화에 따라 이송체인과의 사이 간극을 탄력적으로 조절가능 하도록 고정 브라켓(14)에 스프링과 너트를 설치하였다.

또한 참깨 재배지역 농가에 따라 참깨 단을 묶는 굵기에 차이가 있는 점을 고려하여 고정브라켓을 고정하는 볼트(17)의 관통구멍을 슬롯 형상으로 하여 가이드일(11)의 위치를 변경하여 이송체인과의 간격을 조절할 수 있도록 하였다.

이러한 이송기구와 가이드일은 참깨 단의 이송라인을 따라 양쪽에 세워 설치된 측벽의 상부에 설치된다. 이 양쪽 측벽의 한쪽 끝단은 참깨 단이 투입되는 입구이고, 다른 쪽 끝단은 탈립을 마친 참깨 단이 배출되는 출구이다. 양 측벽(21,22) 사이는 참깨 단 이송라인의 이송통로(25)이다.

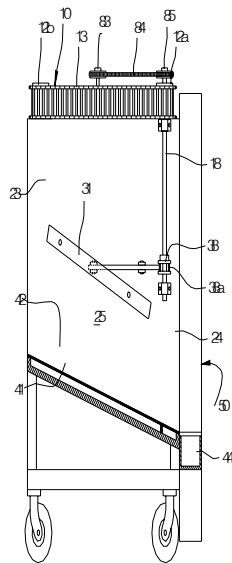


그림 7-3 단면도(그림 7-1의 A-A 단면)

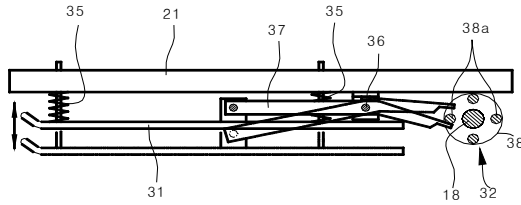


그림 7-4 탈립장치

그림 7-4는 투입부 이송체인의 이송라인을 따라서 이송되는 참깨 단에 교반 충격을 가하여 참깨를 탈립하는 장치이다. 탈립장치는 그림 7-3 및 그림 7-4에 나타낸 바와 같이, 이송체인(13)이 설치된 측벽의 안쪽 중간지점에 이송라인을 따라 약간 경사지게 설치된 긴 형상의 타격 바(31)와, 이 타격 바로 참깨 단을 타격하기 위해 타격 바를 요동시키는 요동기구(32)로 구성되며, 요동기구는 요동레버(37)와 회전 캠(38)을 구비하고 있다.

또한 지지 바가 설치된 측벽(22)의 안쪽에는 2개의 가이드 봉(33,34)이 이송라인을 따라 길게 설치되고, 이 2개의 가이드 봉은 타격 바의 상,하에 배치되어 있다. 상기 타격 바는 측벽(21)과의 사이에 설치된 스프링(35)에 의해 탄력설치 되고, 중간지점에서 요동 축(36)을 중심으로 요동하는 요동레버(37)의 일단과 움직임이 자유롭게 연결되어 있다.

요동레버는 다른 끝단이 회전 캠(38)에 형성된 복수개의 걸림돌기(38a)에 순차적으로 걸림 유지 및 걸림 해제되는 것에 의해, 요동 축을 중심으로 요동하도록 되어 있다. 상기 회전 캠은 이송체인(13)의 회전 축과 동일한 축으로 하여 이송체인과 함께 회전하도록 되어 있다.

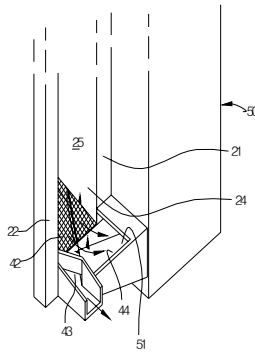


그림 7-5 정선장치

회전 캠의 걸림 핀은 회전 캠의 원주방향에 등 간격, 예를 들면 그림 7-4에 나타낸 바와 같이, 90°등간격으로 4개 설치되어 회전 캠(38)이 1회전할 때, 요동레버는 4회 요동하게 된다. 이러한 요동레버의 요동회수는 회전 캠(38)의 회전속도 등을 감안하여 적절히 설계변경 할 수 있다.

체인 이송에 의하여 탈립이 이루어지는 탈립 공간의 하부에는 탈립된 참깨를 줄기에서 떨어져 나온 꼬투리 및 잎 등의 협잡물과 분리하기 위한 분리장치이다. 분리장치는 체인 이송 라인의 아래 위치이고, 양 측벽(21,22) 사이 전체에 걸쳐 설치된 수집대(41)와, 이 수집대 위에 설치된 체망(42)으로 구성된다. 이 때 수집대와 체망은 소정의 간격을 유지하고 있으며, 입구쪽에서 출구 쪽으로 낮아지도록 경사 설계되어 있다.

그림 7-5의 체망(42)은 참깨만 통과하는 크기의 메쉬(mesh)를 가지고 있어 참깨만 수집대로 낙하시키고, 미탈립 꼬투리와 잎 등의 협잡물은 체망 위에서 경사를 따라 출구(24)쪽으로 유도되도록 설계되어 있다.

그림 7-5에 도시된 바와 같이, 수집대의 출구측 끝단에는 분리된 참깨가 배출되는 배출구(43)와, 미탈립 꼬투리와 협잡물이 분리되어 배출되는 배출통로

(44)가 마련되어 있다.

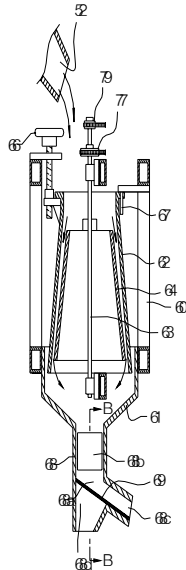


그림 7-6 원추탈립부

이 때 배출통로는 미탈립 꼬투리와 협잡물을 제 2 탈립장치인 회전원추 탈립 장치로 이송하기 위한 반송수단과 연결되어 있다.

버킷-엘리베이터 투입측의 반송수단은 그림 7-1에서와 같이, 입구(51)는 하부에 위치되어 배출통로와 연통하고 있으며, 출구(52)는 상부에 위치되어 제 2 탈립장치의 회전원추 탈립장치의 상부에 연결되도록 세워 설치된 버킷 엘리베이터(50)로 이루어진다.

이 버킷 엘리베이터는 한 쌍의 스프로킷 휠(53,54)을 상,하에 배치하여 버킷 체인(55)을 연결하고, 하부측 스프로킷 휠을 그림 7.2의 구동모터(56)로 회전시키도록 한 구성이다.

제 2 탈립장치인 회전원추 탈립장치는 그림 7-6 및 그림 7-7과 같이 고정 프레임(60)에 고정 설치한 호퍼(61)와 이 호퍼의 상부에 설치된 외원추부

(62)와 회전축(63)을 중심으로 회전하는 내원추부(64)로 구성되어 있다. 또한 외원추와 회전원추 사이에는 아래쪽으로 갈수록 점점 좁아지는 작은 틈새를 형성하고 있다. 이 틈새의 크기는 외측 원추에 설치된 간극 조절 핸들(66) 및 가이드 핀(67)에 의해 외원추를 상하 방향으로 이동 조절이 가능하다.

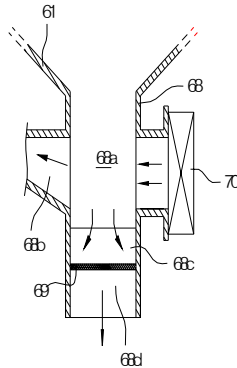


그림 7-7 배출구

또한 회전원추 탈립장치의 하부에는 제2의 선별장치가 구비되어 있다. 제2 분리장치는 호퍼(61)로부터 낙하하는 찌꺼기와 탈립된 꼬투리 그리고 잎 등의 협잡물을 분리한다. 호퍼 하부에 설치된 수직통로(68a)와 이 통로에 형성된 제1~제3 배출구(68b~68d)를 가지는 분리케이스가 있다. 수직통로에 제2 배출구(68c)쪽으로 경사지게 설치된 체망과 제1 배출구(68b)의 대향측에 설치된 송풍기(70)로 이루어진다.

제1배출구(68b)는 대향측 송풍기의 기류에 의해 수직통로(68a)로 낙하되는 낙하물중 찌꺼기보다 작고 가벼운 이물질이 풍성되어 배출되고, 제2배출구(68c)는 체망으로 걸러진 꼬투리와 잎 등의 협잡물이 배출된다. 제3배출구(68d)는 체망(69)를 통과하여 낙하하는 찌꺼기종자 배출구이다.

제 2 절 시작기 계통도

참깨단을 90°거꾸로 세워서 이송체인에 수직으로 연속 투입하여 참깨의 탈립이 이루어지는 수직투입 측면 충격 교반 탈립되는 최종 시작기의 제작 계통도는 그림 7-8과 같다. 그림 7-8에서 모터(단상 220V, 2HP, 4P, 1760rpm)와 축이음한 V-벨트 풀리(a1 : V벨트 풀리 Do=100mm, 1760rpm)와 중간축(a2 : Do=200mm 중간축 직경=φ30, 880rpm)이 축간 거리 250mm로 전동된다.

중간축의 하부풀리(a2)와 상부스프로킷 휠(b1)의 중간축은 직경 φ30, 중간축 길이 1000mm이다. 이 중간축 상부 스프로킷 휠(b1)과 회전원추 축과의 전동(b2) 축간 거리 375mm이다. 스프로킷휠(b1)의 Do=60, Z=15개, 880rpm이며, 내원추축 스프로킷 휠(b2)의 Do=125, Z=30개, 440rpm이다.

이때 c1-b2-g1-g2의 회전원추 속도는 440rpm, 중간축 직경 φ30이다. 중간축 c1, c2의 체인 스프로킷 전동에서 축간 거리 300mm, c1 스프로킷 휠의 Do=50, Z=12개, 440rpm이며, c2 스프로킷 휠의 Do=250, Z=60개, 88rpm이다.

c2, d1의 중간축 직경 φ30, 축길이 400mm 그리고 88rpm이며, 충격 교반장치와 이송장치에 전동되는 d1과 d2의 체인 스프로킷 휠에서 축간 거리 590mm이다. 이때 d1 스프로킷 휠의 Do=50, Z=12개, 88rpm이고 d2 스프로킷 휠의 Do=125, Z=30개, 36rpm이다.

동일 축선 상의 h-d2-e1에서 d2-h의 전동은 충격교반부를 구동시킨다. 체인 컨베이어 이송장치에서 e1, e2의 축간 거리 780mm, 36rpm이다. 이송체인의 길이는 1748mm, 체인의 이송속도는 4770mm/min 이다. 또한 h의 회전에 의하여 요동 캠의 요동높이 40mm이며, 요동캠 h의 회전에 의하여 충격 교반부는 요동 캠의 1회전 당 4회 교반이 발생하므로 교반회수는 144cpm 이다

별도의 전동장치로 구동되는 버킷-엘리베이터에서는 버킷 엘리베이터 축간 $f1$, $f2$ 거리는 1,180mm이며 하부 구동축의 기어드 모터(Induction Motor, 220V, 1600rpm, Sentrol Motor Co.)의 축 회전은 117rpm이며 버킷 수는 12개이고 버킷간격은 200mm이며 버킷 엘리베이터의 이송속도는 1분당 5회전하며 12m/min이다.

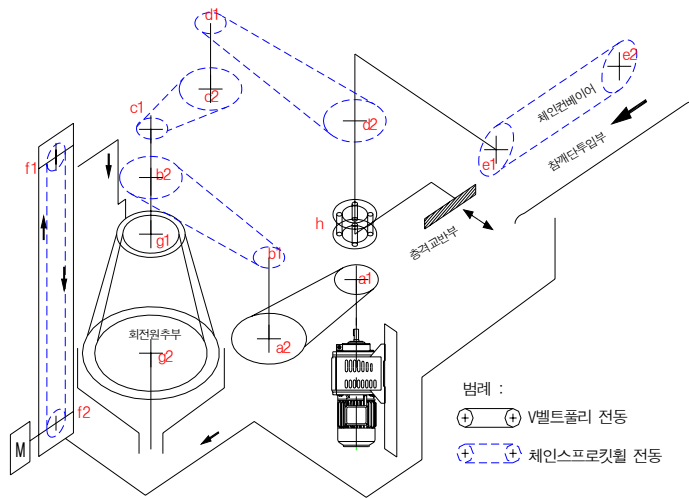


그림 7-8 최종 시작기 계통도

제 2 탈립장치인 회전원추 탈립장치는 그림 7-6 및 그림 7-7과 같이 고정 프레임(60)에 고정 설치한 호퍼(61)와 이 호퍼의 상부에 설치된 외원추부(62)와 회전축(63)을 중심으로 회전하는 내원추부(64)로 구성되어 있다. 또한 외원추와 회전원추 사이에는 아래쪽으로 갈수록 점점 좁아지는 작은 틈새를 형성하고 있다. 이 틈새의 크기는 외측 원추에 설치된 간극 조절 핸들(66) 및 가이드 핀(67)에 의해 외원추를 상하 방향으로 이동 조절이 가능하다.

제 3 절 설계 제작

1. 프레임과 전동장치

참깨 탈립기는 1차 참깨단 탈립부와 2차 미탈립 꼬투리 탈립을 위한 회전원추 탈립장치로 구성되어 있다. 그림 7-9에서 우측부분의 1차 탈립부는 350×850×1500이며, 좌측의 꼬투리 탈립부는 600×850×1500으로서 전체의 크기는 950×850×1500이다. 이때 프레임은 50×50 사각파이프로 제작되었다.



그림 7-9 참깨 탈립기 모습

전동장치는 그림 7-10과 같이 프레임 하부에 모터 베이스를 용착시키고 벨트 장력을 조절하기 위하여 볼트 직경을 폭으로 하는 슬롯을 만들어서 조정하였다. 모터는 단상 220V 2HP, 1760rpm 이다. 그림 7-10과 모터에서의 동력은 중간 축에 의하여 모터하부에서 상부로 전동된다. 그림 7-11의 스프로킷 휠은 회전원추 축을 거쳐서 타격부 그리고 이송체인으로 전동된다. 그림

7-11은 모터 축 회전을 꼬투리 탈립부의 회전원추속도 440rpm, 충격교반기의 회전 캠과 체인켄베이어의 회전속도 36rpm이 되도록 전동 설계하였다. 이때 전동 계통은 작업자의 안전을 고려하여 안전 케이스를 설계 부착하였다.



그림 7-10 모터



그림 7-11 전동장치

2. 투입부

참깨 단을 거꾸로 세워서 수평방향으로 이송시키는 참깨의 투입과 이송을 위한 이송체인은 그림 7-12다. 이 그림에서 양쪽의 스프로킷 휠을 회전하는 이송체인 대향측에 설치된 가이드레일(그림 7-13)은 이송되는 참깨 단의 미소한 굵기 변화에 따라 이송체인과의 간극을 탄력적으로 조절 가능하도록 고정 브라켓에 스프링과 너트로 탄력 대응되도록 제작하였다. 또한 지역에 따라 참깨 단을 묶는 굵기에 차이가 있는 점을 고려하여 고정브라켓을 고정하는 볼트의 관통구멍을 볼트 직경만큼을 폭으로 슬롯을 제작하여 가이드레일의 위치를 변경하여 이송체인과의 간격을 조절할 수 있도록 하였다. 이러한 투입부의 이송체인과 지지 가이드 바는 참깨 단의 이송 통로를 따라 양쪽 측벽의 상부에 설치된다.



그림 7-12 이송 체인



그림 7-13 간극 조정 텐션



그림 7-14 투입 간극 조절용 슬롯

3. 탈립장치

그림 7-15과 그림 7-16은 탈립장치를 그리고 그림 7-17은 요동캠과 돌기를 그림 7-18은 타격 바를 나타낸 그림이다. 이 그림에서 탈립장치는 이송체인이 설치된 측벽의 안쪽 중간지점에 이송 통로를 따라서 설치된 긴 형상의 타격 바와, 요동레버와 회전 캠으로 구성된다. 또한 가이드레일이 설치된 측벽의 안쪽에는 2개의 가이드 봉이 이송라인을 따라 길게 설치되고, 이 2개의 가이드 봉은 타격 바의 상하에 배치되어 있다. 타격 바는 측벽과의 사이에 설치된 탄성 스프링에 요동 캠의 걸림 돌기의 걸림과 해제가 반복 될 때 스프링(자유 길이 10cm, 소선 직경 2mm, 스프링 직경 16mm)은 압축 탄성팽창을 반복하게 된다. 고정 측벽을 기준으로 압축 시에는 스프링은 5cm, 탄성반발에 의한 팽창 시 10cm로 뛰어 오르므로 결국 요동장치의 타격 바는 5cm 만큼 전후로 요동하게 된다.



그림 7-15 회전 캠



그림 7-16 회전 캠과 타격부



그림 7-17 회전 캠과 걸림돌기



그림 7-18 타격부

4. 1차 정선부

1차 탈립부에서 탈립된 참깨 종자는 그림 7-19의 탈립부 하부에 설치된 체망을 통과하여 그림 7-20의 수집대로 집하된다. 반면에 탈립된 참깨를 미탈립 꼬투리 및 잎 등의 협잡물과 분리하기 위한 분리수단은 이송라인의 아래 위치이고, 양 측벽 사이 전체에 걸쳐 설치된 수집대와 체망으로 구성된다.

체망은 참깨만 통과하는 오프닝을 가지고 있어 참깨만 수집대로 걸러지고, 미탈립 꼬투리와 잎 등의 협잡물은 체망위에서 기계장치의 흔들림과 참깨줄기의 이송에 따른 쓸어 내림에 의하여 경사를 따라 출구쪽으로 흘러내려 가도록 제작되었다. 그림 7-20에 나타낸 바와 같이, 수집대의 출구측 끝단에는 분리된 참깨가 배출되는 배출구와, 미탈립 꼬투리와 협잡물이 분리되어 버킷 엘리베이터로 유인 배출되는 배출통로가 있다.



그림 7-19 정선부 체망



그림 7-20 수집와 배출구

5. 버킷-엘리베이터

버킷-엘리베이터는 1차 탈립 장치에서의 생성된 미탈립 꼬투리와 협잡물을 유도 투입구(1차 탈립부에서는 배출구)에서 2차 탈립 장치인 회전원추부로 이송시키기 위한 장치이다. 장치의 구성은 트런킹, 한 쌍의 스프로킷휠을 엘리베이터 상부와 하부에 배치한 상부 및 하부 축, 어태치먼트 체인과 그리고 체인에 부착된 버킷으로 구성되어 있다.

이러한 버킷-엘리베이터는 유도배출형으로서 하부에서 꼬투리와 협잡물을 떠올려 상승되어 하강으로 되는 시점에서 버킷이 뒤집어 지면서 배출한다. 이때배출구로 배출되는 꼬투리 등은 직전 버킷의 뒷면을 슈트로 하여 미끄러져서 배출구로 들어간다.



그림 7-21 버킷 엘리베이터

그림 7-22는 1차 탈립 장치에서 발생된 미탈립 꼬투리를 버킷-엘리베이터로 유도하는 투입구이며, 그림 7-23은 트런킹내의 버킷이며 이곳에서 버킷의 꼬투리를 회전원추 탈립부로 배출하여 투입시킨다. 그림 7-24는 하부 구동 축에 직결된 기어드 모터이다. 모터는 유도형의 220V, 1600rpm이며 감속기어

부에서 감속된 출력은 타코미터 측정값으로 120rpm이다.



그림 7-22 버킷-엘리베이터 투입구



그림 7-23 trunking내의 버킷



그림 7-24 엘리베이터 구동용 기어드 모터

6. 회전 원추부

2차 탈립 장치인 회전원추는 버킷-엘리베이터로부터 투입된 미탈립 꼬투리는 탈립하여 종실로부터 참깨 종자를 분리하고, 잎 등의 협잡물은 회전원추를 지나면서 잘게 부셔서 풍선장치에서 쉽게 풍선되도록하는 기능이다. 이러한 탈립 및 분쇄 기능을 위하여 그림 7-25와 같은 탈립장치는 상부의 전동장치에 의하여 내부의 원추는 회전하고 바깥쪽 원추는 고정되어 있어서, 투입된 작업 대상물은 상부에서 하부로 회전 비틀림 작용에 의하여 탈립 작업이 이루어진다. 이때 꼬투리의 기하학적 형상의 크기 변화에 유연적 대응을 하기 위하여 그림의 좌측 틈새조절핸들을 회전시키면 외측 원추는 그림 7-26과 같은 가이드 바에 의하여 상하로 이동되어 투입부와 배출부의 간극이 그림 7-27과 같은 설계도면상의 기준 위치에서 그림 7-28과 같이 외원추가 30mm하강하면 투입부와 배출부 간격이 26mm, 15mm로된다. 그러나 외원추가 30mm 상승하면 투입부와 배출부 간극이 36mm와 24mm로 된다. 이 때 설계기준의 참깨의 꼬투리가 길이, 폭 높이를 25×8×5를 기준으로 설계하였다. 이러한 내외원추를 분

해하여 실물을 나타내는 사진은 그림 7-29와 그림 7-30과 같다.



그림 7-25 2차 탈립 장치



그림 7-26 가이드 바

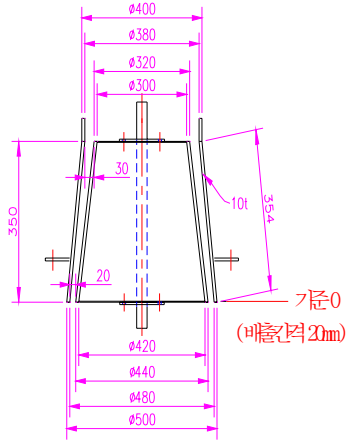


그림 7-27 원추 설계도

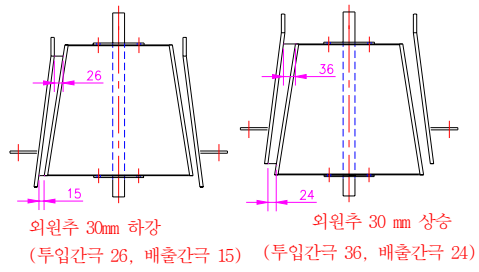


그림 7-28 원추 이송 설계도



그림 7-29 외측 원추



그림 7-30 내측 회전 원추

이제까지 재탈부의 설계 변경에서 수평투입 상하 충격반 시작기와 수평투입 좌우충격교반 시작기 그리고 컨메이어 벨트 이송장치에서의 회전원추의 사양과 상하 이송에 따른 투입부와 배출부간극 변화를 나타내면 그림 7-31과 표7-1와 같다.

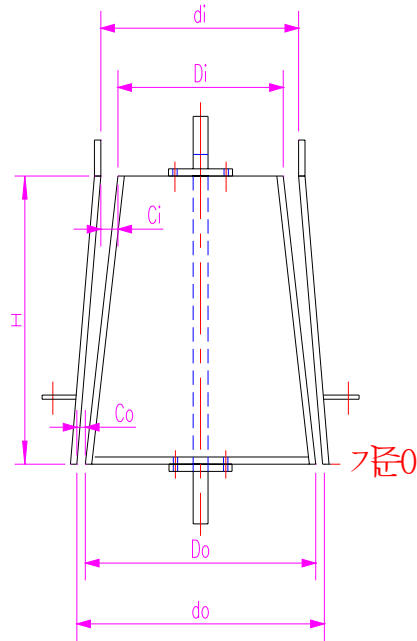


그림 7-31 회전원추 설계도

표 7-1 원추설계변경에 따른 투입부와 배출부 간극

구분	H	Di	Do	기준위치		30mm 상·하 이송	
				Ci	Co	Ci	Co
1	500	350	540	40	20	45~34	26~15
2	400	387	540	40	20	44~34	26~16
3	350	320	440	30	20	36~26	24~15

7. 원추부 풍선장치

2차 탈립장치의 회전 원추에서 발생하는 탈립된 꼬투리와 참깨 종자 그리고 분쇄된 협잡물 등이 배출된다. 이들을 참깨 종자와 꼬투리 과편과 분쇄된 잎 등의 부분으로 분리하는 기능이 풍선장치이다. 회전원추부의 배출부 하단에 호퍼에 연결된 풍선장치는 그림 7-32, 7-33이다. 그림 7-32의 정면 그림과 그림 7-33의 측면 그림에서 풍선 팬에서는 기류가 사각형 유동 덕트에 대하여 수평 방향으로 유동하고 원추하부의 작업물은 직하한다. 꼬투리로부터 탈립된 참깨 종자는 체망을 통과하여 하방의 수집통에 집적되고 분쇄된 잎은 참깨나 꼬투리에 비하여 가볍기 때문에 기류에 편성하여 분류된다. 반면 참깨보다도 무거운 꼬투리 과편은 체망을 통과하지 못하고 측면 배출구로 분류 선별되도록 제작하였다.



그림 7-32 풍선장치 정면



그림 7-33 풍선장치의 측면

제 8 장 성능평가

제 1 절 체망 실증실험

1. 서언

참깨 탈립기계에서 체망(Wire Screen)은 참깨종자와 잎을 포함한 협잡물을 선별하는데 있어서 체망의 규격은 작업기계의 설계 인자에 중요한 부분이다. 체망은 소선 직경에 따라 내부 공간 면적이 변화 될 수 있으므로 메쉬(Mesh)의 정의보다는 실제 체눈의 크기(Opening)에 기준을 두어야 한다. 실제 같은 메쉬라도 소선의 직경에 따라 오프닝 및 공간율이 변화하기 때문이다.

참깨 종자의 기하학적 형상은 럭비공과 같은 형상이며 그 크기는 길이 1.5~4.0mm, 폭 1~2.0mm, 두께 0.5~1.0mm이다. 이러한 참깨의 크기에 따라서 KS 규격에 따른 최적의 조건의 체망을 선정하기 위하여 체망을 이용한 참깨의 선별능력을 실증실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

참깨의 교반 선별에서 참깨 종자의 선별에 필요한 최적 체망을 구하기 위하여 KS 규격 No.6~14의 6개 종류의 표준체(청계상사 제작)를 사용하였다. 이 실증실험에 사용된 시료용 참깨는 안동지역에서 재배된 재래종을 구매하여 사용하였다.

실증실험 방법은 시료용 참깨 1000cc를 비이커를 사용하여 계량하여 표준 체망에 부어넣고 실험자가 균일한 조건으로 체망을 좌우로 50회 교반하였을 때에 체망에서 걸러지는 참깨의 종자량을 계량하여 측정하였다.



그림 8-1 참깨 체망 실증실험(#12)



그림 8-2 참깨 체망 실증실험(#8)

3. 실증실험 결과

체망실험 결과는 표 8-1과 같다. 표준체 호칭번호 14는 체눈크기가 1.4mm로서 50회 교반에서 25cc만이 걸러졌다. No.12(체눈크기 1.7mm)는 체망 실험결과 그림 8-1과 같으며 325cc 걸러졌다. 그러나 No.10(체눈크기 2.0mm)는 14회 교반에서 완전히 걸러졌다. 마찬가지로 그림 8-2에서와 같이 No.8(체눈크기 2.36mm)는 12회 교반으로 완전히 걸러졌다. 또한 체눈크기 2.8mm에서는 9회, 체눈크기 3.35mm에서는 3회만에 걸러졌다.

표 8-1 체망 실험 결과

호칭번호 [No]	체눈크기 [mm]	시료량 [CC]	교반횟수 [회]	통과량 [CC]
14	1.40	1000	50	25
12	1.70	1000	50	325
10	2.00	1000	14	1000
8	2.36	1000	12	1000
7	2.80	1000	9	1000
6	3.35	1000	3	1000

이러한 실증실험에서 표준체 No.10과 No.8이 참깨의 선별 체망에 적당하다고 사료된다. 본 연구개발의 시작기에서는 모두 표준체 No.8의 체눈크기 2.36mm, 소선 직경1.0mm의 표준규격 체망을 사용하여 제작하였다.

제 2 절 참깨 비가림 건조대의 성능 평가 실증실험

1. 서언

참깨는 예취 후 단으로 결속하고, 이 참깨 단을 3~4단을 한 조로 세움 방법으로 건조한다. 그러나 매년 참깨의 건조 시기인 8월~9월에는 가을 장마와 여러 개의 태풍 발생으로 마지막 건조작업에서 잘 건조된 참깨 단이 넘어져서 토양이 참깨줄기에 혼입되고, 물에 젖게 되어 탈립시기를 놓치게 된다. 이와 같

은 반복된 기후 재해에 의하여 수확된 참깨는 품질이 저하되고, 수확량이 급감하게 된다. 심지어는 참깨 단 자체가 장기간의 우천으로 인하여 썩게되어 탈립작업 시기를 놓치게 되어 수확을 포기하는 극단적인 사례가 발생한다.



그림 8-3 참깨 줄기의 개열 꼬투리



그림 8-4 건조 과정에서의 참깨 종자의 소실

또한 예취 건조 탈립 과정에서 참깨종자가 소실되는 사례로서, 참깨는 줄기 하부에서부터 숙성되어 꼬투리가 개화하므로 예취 시기에는 그림 8-3과 같이 이미 줄기 하부의 꼬투리는 개열되어 종자가 탈립되는 시기이고, 하부에서 상부로 갈수록 개화가 가속 진행되므로 예취 작업과정에서 참깨 종자의 소실이 발생된다

참깨 줄기 묶음작업은 바닥에 천막(비닐)을 깔고 작업하므로 종자의 소실은 발생하지 않지만, 예취 결속 후의 세움 작업 그리고 건조작업 공정에서 그림 8-4와 같이 참깨단이 세워진 위치의 지표 위에 참깨 종자가 자동으로 소실되어 포장으로 떨어지게 되어 수확량의 감소를 발생시킨다.

또한 세워 묶음을 하는 경우에 참깨 단이 포장의 지표 위에 세워지기 때문에 흙이 유입되며 특히 건조 시에 바람에 의하여 종자의 소실이 발생하고 강한 바람에는 전도되어 많은 량의 참깨 종자가 소실됨과 동시에 흙이 참깨 단에 혼입되게 된다. 또한 강우에 의하여 빗방울이 바닥에서 튀어 올라서 흙이 유입된다. 이로 말미암아 수확된 참깨가 볶음 깨 또는 참기름 가공 시에 석발을 해야 하는 문제를 야기 시킨다.



그림 8-5 참깨의 비가림 건조



그림 8-6 참깨 비가림 건조대에서 자연 탈립 종자

그림 8-6과 같이 비가림 건조대를 이용한 참깨 건조방법은 예취 후 건조과정에서 발생할 수 있는 품질저하 방지, 참깨 소실 방지, 정상적인 천일 건조에서 세움 작업의 단순화시킨다. 또한 강우와 강한 비바람을 동반한 태풍에도 전도가 되지 않고, 건조장소의 지면으로부터 흙의 유입이 방지되는 장점이 있다. 실제 포장에서 참깨단을 세워서 건조시키는 경우에 소실량을 가늠하게 하여주는 사례가 그림 8-6과 같다. 이 사진에서 참깨 비가림에 의한 건조후 탈립 단계에 비가림 비닐을 제거하였을 때 건조때에 손실되는 참깨를 회수하기 위하여 설치한 망사에 자연개열 꼬투리에서 떨어진 참깨종자를 나타내고 있다. 이 소실량은 정량적으로 계량하여 분석하였다.

2. 재료 및 방법

참깨 비가림 건조대의 성능 평가를 위한 실증실험을 위하여 참깨 재배 시험포에서 다음과 같은 방법으로 예취 작업을 실시하였다.

- 참깨의 재배 평수중 100평의 포장에서 참깨 줄기 수량 계측

- 예취 참깨줄기의 높이 측정
- 참깨 1묶음 당 참깨 줄기의 수량 측정
- 개발 설계된 참깨 비가림 건조대 1대당 건조가능한 참깨단위 수량 조사
- 참깨 단의 둘레길이(직경) 및 무게 측정등을 실시하였다.

시험포의 참깨 예취 단계에서 시료 측정을 통하여 참깨 건조대 1대에 건조할 수 있는 참깨의 단의 수량을 통하여 재배면적에 필요한 건조대의 수량 예측을 하였다. 또한 건조중에 참깨 꼬투리의 자연 개열에 의한 종자의 소실 수량을 측정하여 평당 소실 수량을 산정하였다.

그리고 참깨의 탈립작업에서 비가림 건조대를 이용한 경우에 수확한 참깨 종자와 참깨 단을 기대기 방법의 관행 건조에 의한 경우에 탈립 종자와의 품질을 비교하였다.

이때 참깨 비가림 건조대의 형상은 그림 8-5와 같으며, A형의 양쪽 경사면에 참깨 단을 거치 시키고, 지면으로부터 30cm이상 이격된 위치의 거치대에 의하여 지면으로부터 흙의 유입을 방지하고 지열 통풍을 증대시켰다. 또한 지면으로부터 이격된 거치대 위치에 참깨 종자 보다 작은 메쉬의 망사를 설치하여 자연 개열에 의한 탈립 양을 계량하여 자연건조 시에 지표로 소실되는 양으로 산정하였다.

3. 실증실험 결과 및 고찰

가. 탈립회수

관형의 인력 작업에 의한 막대기 타력의 경우, 참깨의 건조기간 중 기상 등의 변화에 따라 건조 일수에 따라 차이가 있지만 2~3회 많게는 4회까지도 탈립 작업이 필요하다. 그러나 참깨 비가림 건조대의 사용에 의하여 건조기간 중 일기 상태에 관계없이 충분히 건조시킨 후 인력 또는 기계작업에 관계없이 1회

의 탈립만으로 탈립작업이 완료 가능하다. 이 경우 기계 탈립작업은 인력 작업 대비 1/3 탈립 회수이다.

나. 재배 면적에 따른 건조대 산정

참깨 비가림 건조대는 경사면의 길이 1500m, 폭 3000m로 설계 제작하여 양쪽 경사면에 참깨 단을 건조시키는 경우 표 8-2와 같은 실증 실험 결과가 도출되었다. 실증실험에 산정된 시험포의 면적은 100평(10m×33m)이며, 이 면적에서 표 8-2에 나타낸 바와 같이 참깨 단의 직경이 평균 8.4cm이고, 참깨 1개 단에는 평균 21주의 참깨로 결속되어 있는 조건에서 129단의 참깨 단으로 결속되었다.

이 참깨 단을 3개의 비가림 건조대에 거치 건조하였을 때에 건조대의 측면 1개 면에 22단이 거치 되고, 건조대 한대에는 44개 단이 건조되므로 100평의 129개 단은 건조대 3개에 잔여 자리가 3단이 남는다.

표 8-2 100평 기준 건조대 수량 산정

No.	A면 단수 [단]	B면 단수 [단]	양면 합 [단]	비고
1번 건조대	22	22	44	
2번 건조대	21	23	44	
3번 건조대	23	18	41	B-면은 잔여 여유 3단분
합 계			129	100평 재배 단수

실제 샘플포장 100평에 대한 수확된 참깨 줄기 수는 2,793주였으며, 이 값을 결속된 129단으로 환산하면 1단의 주수는 21.65주로 계산되어 표 8-3의 평균값과 근사하다. 따라서 이를 근거로 샘플 포장 이외의 면적에서 476단이 결속되었으므로 계산에 의한 주수는 10305주이며, 476단을 근거로 100평 기준으로 산정하면 369평이어서 실제400평의 92.3%의 근사율을 나타내고 있

다. 또한 시험포 500평에 대하여 605 단이 수확되었으며 이는 469평에 해당하며 실제 시험포의 500평 대비 93.8%의 근사한 평수를 나타내고 있다.

표 8-3 시험포의 수확량 비교

구분	주[단]수	면적	비고
100평 주수	2793주/129단	100평	21.65주/단
샘플외 포장수확	476단/129단	369평	476×21.65=10,305주
시험포 500평	605단	469평	605단/129단

다. 소실량 산정

실제 참깨 단을 묶어 세워 포장에서 건조하는 경우에 참깨 꼬투리의 자연 개열에 의한 참깨 종자의 소실량의 계산을 실제 포장에서의 계량이 어렵다. 따라서 동일 조건은 아니지만 포장에서 관행방법으로 건조하는 참깨단수 만큼을 건조대에서 건조하여 건조대 하단에 설치한 소실방지 망에 떨어져있는 참깨양을 계량하여 포장에서의 자연 개열에 의한 소실량으로 계산하였다.

표 8-4 건조대에서의 자연 탈립량

구분	중량[g]	비고
자연 탈립량(건조대 망사)	1,378	실제 계량
1차 기계탈립(9월22일) 총량	27,010	"
2차 기계탈립(9월30일) 총량	426	"
3차 기계탈립(10월6일) 총량	98	"
180단(140평) 수확량	27,534	"
129단(100평) 수확량	19,667	환산한 값

실증실험에서는 4대의 건조대에 180단을 건조한 결과 이량은 140평의 재배 면적에 해당하며, 지표면으로부터 30cm 이격된 위치의 건조대 하부 설치 부착한 망사에 1차 탈립 직전에 소실된량은 1,378g으로서 이량은 1차 탈립 수확량의 5.1%에 해당하는 양이며 최종 수확량의 5.0%에 해당한다.

결국 참깨의 건조 작업에서 건조대를 사용함으로써 하여 건조과정에서면 참깨

종자가 소실될 수 있는 양이 총수량의 5%에 해당하며, 결국 건조대의 사용은 참깨종자 5%의 증수 효과가 발생된다

제 3 절 수평 투입 시작기 성능평가

1. 서 언

관행의 참깨 탈립작업은 참깨단을 묶어 세워서 건조시킨 후, 3~4회 반복 탈립작업을 한다. 이 경우는 건조 기간중 기상 조건에 따라서 쾌청한 날씨가 계속되면 3회 정도, 강우일수에 따라 4회가 될 수도 있다. 또한 가을 장마와 태풍 등의 경우는 탈립회수가 문제가 아닌 수확 참깨의 수량 및 품질에 지장을 조래한다.

이러한 사안에 대하여 본 연구 개발에서는 기계탈립의 목적인 생력화를 극대화하기 위하여 1회 탈립으로 수확을 완료하기 위한 참깨 비가림 건조대를 고안 개발하여 도입하였다.

참깨 비가림 건조대는 참깨를 예취 후 묶은 단을 건조대의 양쪽측면 경사면에 거치하는 방법으로 기존의 세워 묶은 후 3~4단을 묶어 세우는 방법에 비하여 작업이 매우 간편하다. 또한 수확시기의 가을 장마와 야간의 이슬 등의 비가림과 쾌청한 날씨에는 집광효과가 발생된다. 따라서 그림 8-6과 같은 비가림 건조대에서 충분히 건조된 참깨는 기계탈립으로 1회 탈립으로 탈립작업의 완료가 가능하다.

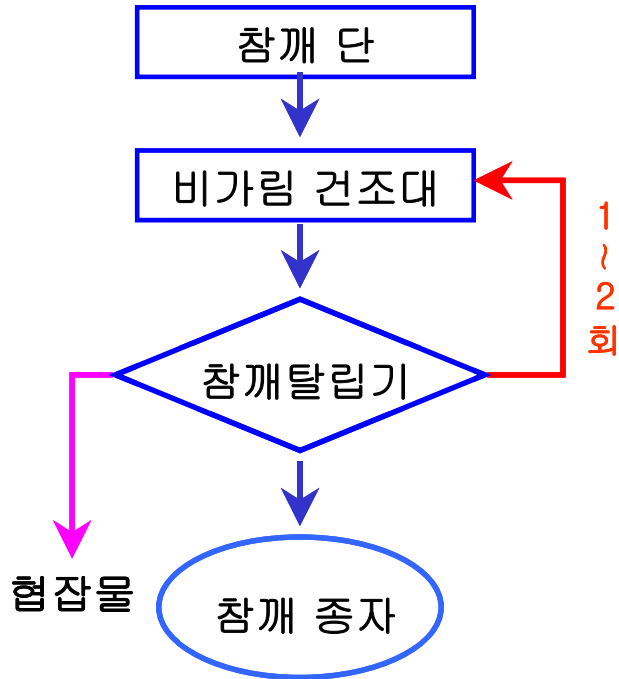


그림 8-6 비가림 건조대 이용 기계탈립

2. 재료 및 방법

가. 공시 재료

실증실험에 사용된 시료는 시험포에서 자체 재배하였으며, 품종은 양백개이다. 시료용 참깨는 예취한 후 관행의 방법으로 묶어서 단을 만들고 기계탈립용은 건조대에 비가림을 하여 건조시킨다. 관행의 막대기 타력 탈립용 참깨는 4단을 세워 묶은 후 천일 건조를 하였다. 그러나 1년 차의 연구기간(2003년)에 참깨 예취건조 기간에는 표3-1에서 나타낸 바와 같이 예취·건조·탈립기간(8월15일~9월15일 사이)의 31일 동안에 20일 우천에 평균 강우량이 14.5mm의 일기조건 이어서 참깨의 재배 및 수확이 평년작 이하였다.

실증실험에 사용한 참깨의 기하학적 형상은 표 8-5와 같다. 예취된 상태의

참깨 키는 채취시료의 평균값으로 110cm, 평당 53주가 식재되어 예취되었으며 1주의 꼬투리 개수는 44개 였다.

표 8-5 참깨 줄기 시료 물성

구 분	참깨 줄기				
	예취 키 [cm]	단방 A [mm]	장방 B [mm]	중량 [g]	개수 [개]
최 대	127	9.6	9.6	66	58
최 소	92	6.9	6.5	12	21
평 균	109.65	8.0	8.3	32.4	43.5

표 8-6 참깨 꼬투리 시료 물성

구분	참깨 꼬투리			
	가로 [mm]	세로 [mm]	높이 [mm]	과립수 [개]
최 대	12.1	12.2	26.8	107
최 소	8.7	8.0	13.8	41
평 균	10.4	10.0	23.3	73.4

나. 실증 실험 방법

참깨를 대상으로 하는 실증실험에서 참깨 시료는 참깨 단 형태로 저장 보관이 어렵고, 한번 실증실험에 사용되면 재사용이 불가능하다.

또한 반복 실험을 위한 시료의 확보가 어려워서 계절적으로 가을 참깨의 수확기 이외에는 실증실험이 불가능하다. 따라서 전년도 탈립이 끝난 참깨단과 꼬투리를 활용하여 시작기의 설계를 하였으며, 시료가 없는 상태에서 시물레이션을 중심으로 검토 후 실증실험을 실시하였다.

참깨 건조대에서 충분히 건조된 참깨 단을 그림 8-8과 같이 시작기의 투입부에 연속 투입하여 탈립 실증실험을 수행하였다. 투입되는 참깨 단의 양은 이송체인의 속도에 대하여 실제 탈립이 발생하는 체인길이는 1.1m 이며, 이 탈

립 해당 길이에 해당하는 만큼의 참깨 단 투입속도를 유지할 수 있다.



그림 8-8 참깨 단 투입



그림 8-9 헝잡물 배출구



그림 8-10 참깨 종자 배출구



그림 8-11 미탈립 꼬투리 2차 탈립



그림 8-12 꼬투리 2차 참깨 종자 배출구

충격교반에 의한 1차 탈립부에서 탈립작업에 의하여 생성되는 잎 줄기 꼬투리 등은 그림 8-9와 같이 헝잡물 배출부에 집적된다. 탈립된 참깨 종자는 그림 8-10의 배출구로 집적되며, 금번의 시작기에서는 탈립된 참깨 종자 배출구에 체망을 부착하지 않았다.

1차 충격교반 탈립부에서 헝잡물과 참깨 종자의 탈립 양을 계량한 후, 이들 모두를 2차의 재탈립장치인 꼬투리 탈립부에 그림 8-11과 같이 인력 투입을 하였으며, 회전원추를 이용한 미탈립 꼬투리의 탈립 장치에서 1차 탈립장치에서 참깨 줄기에서 떨어져 나온 참깨 꼬투리가 재탈립되며, 잎 등의 헝잡물은 잘게 부셔져서 풍선을 용이하게 한다. 최종의 참깨 탈립 작업 결과를 그림 8-12와 같이 풍선 정선되었다.

이때 투입부에서 이송체인에 의한 컨베이어 속도 8.4m/min에 대하여 연속 투입되는 참깨단의 양은 18단/min이다. 탈립되는 양은 1차 탈립 장치에서 헝잡물과 참깨종자의 양을 측정하고, 2차의 재탈립 장치에서 최종 탈립되는 참깨 종자를 계량하였다.

3. 실증실험 결과 및 고찰

기계 탈립작업과 인력 탈립작업의 탈립율을 비교하기 위하여 1차 탈립부에서 참깨 줄기에서 떨어진 꼬투리를 포함한 헝잡물과 탈립 종자를 계량하고, 재탈립이 필요한 꼬투리와 헝잡물을 회전원추 탈립부에 투입하여 탈립을 하였다.

이 때 1차 탈립작업에서 헝잡물로 배출된 잎 등은 최종기의 연속 작업공정에서 배출구 통로를 막아서 헝잡물 흐름에 장애가 될 수 있다. 이를 방지하기 위한 방안으로 재탈립 작업에 실제 필요한 꼬투리의 탈립 뿐만 아니라 헝잡물 까지도 함께 탈립하였다. 잎은 탈립에 의하여 잘게 부셔져서 배출구에서 참깨 종자와 함께 기류 풍선에 의하여 쉽게 분리가 가능하다.

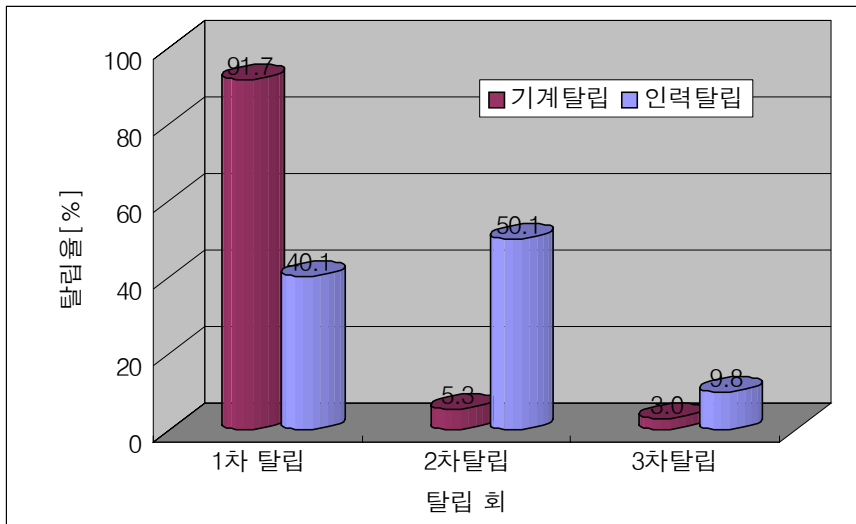


그림 8-13 참깨 탈립율 비교

또한 관행의 탈립 작업은 천일건조에 의존하여 평균 3회 탈립 작업을 실시하므로, 비가림 건조대를 사용하여 1회 탈립으로 수확을 종료하는 경우와 비교하였다. 그림 8-13은 비가림 건조대를 이용하여 1차 기계 탈립한 작업에서 충격교반 탈립장치에서 탈립된 참깨 종자량과 관행의 탈립량을 비교하였다.

$$\text{참깨 탈립율} = \frac{\text{탈립 참깨 종자량}[g]}{1\text{회} + 2\text{회} + 3\text{회차 탈리꼬투리 제외 수확 참깨량}[g]} \times 100 [\%] \text{---(8-1)}$$

그림 8-13에서 인력 탈립은 3회의 탈립 작업 중 1회차보다 2회차에 탈립한 량이 많으며 3차 탈립에도 9.8%의 수확량을 나타내고 있어서, 대부분 1,2회차에 탈립이 이루어짐을 알수 있다. 그러나 기계 탈립의 경우 1회차에 91.7%의 탈립율을 나타내고 있기 때문에 인력 탈립에 비하여 1회 차에 매우 높은 탈립 효과를 나타내고 있다.

참깨줄기에 포함된 잎들은 건조되면서 갈변되고, 탈립작업 시에 이 잎들이 분쇄되어 탈립 종자와 함께 혼합된다. 또한 타력의 정도와 건조상태 등에 따라 탈립 시에 꼬투리와 참깨줄기 끝 부분의 줄기 일부가 부러져서 참깨 줄기에서 이탈되어 마찬가지로 참깨종자와 혼합된다. 실제 관행의 탈립작업에서는 부서지지 않은 원형에 가까운 잎은 손으로 걷어내어 버리고, 잘게 부셔진 잎 가루는 키와 체망을 이용하여 선별해야한다. 또한 탈리된 꼬투리는 별도로 선별 건조 후 막대기나 도리깨 작업으로 탈립을 해야한다.

이러한 협잡물의 제거와 탈리된 꼬투리의 탈립 작업에서 별도의 참깨 종자량을 산정하기 위하여 식(2)를 정의하였다.

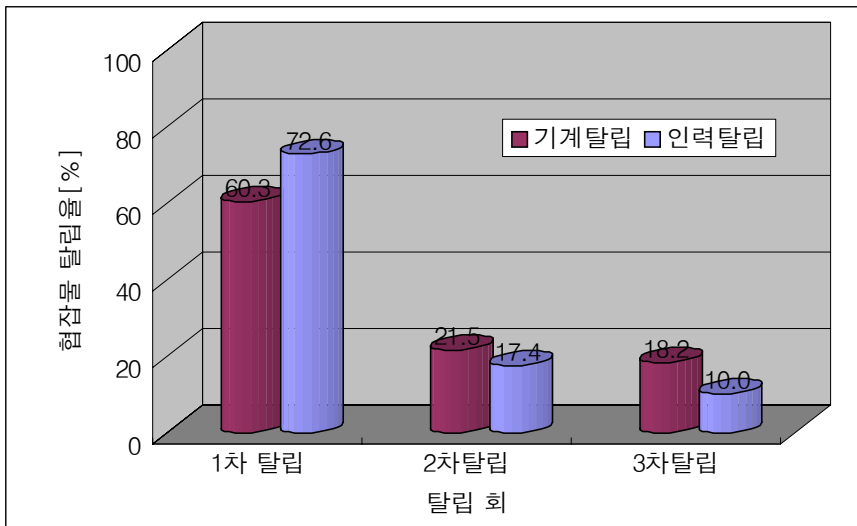


그림 8-14 1차 탈립부 협잡물 탈립율

$$\text{협잡물 탈립율} = \frac{\text{탈리된 꼬투리 포함 협잡물량 [g]}}{\text{1회 + 2회 + 3회차 탈리꼬투리 포함 협잡물량 [g]}} \times 100 [\%] \text{---(8-2)}$$

탈립작업에서 발생 협잡물량은 1회차 탈립 작업에서 인력작업이 기계작업보다 협잡물량이 많지만 2회 차와 3회 차에서는 기계 탈립 작업에서의 협잡물이 많이 발생하였다. 이는 인력작업의 경우 대부분 1회차 탈립 작업 후 참깨 단을 재묵음하는 과정에서 갈변된 잎들이 대부분 떨어지고 정리되었기 때문에 상대적으로 2, 3회 차에는 협잡물 발생이 적게된 것으로 사료된다.

반면 기계 탈립의 경우 1회 차 탈립에서는 갈변 잎과 꼬투리가 협잡물로 발생되지만, 2회 차 3회 차 탈립 작업에서도 기계장치의 탈립 충격이 동일하게 작용하기 때문에 인력작업에 비하여 상대적으로 꼬투리나 줄기가 부러져서 협잡물에 포함되기 때문에 더 많은 협잡물이 발생된다.

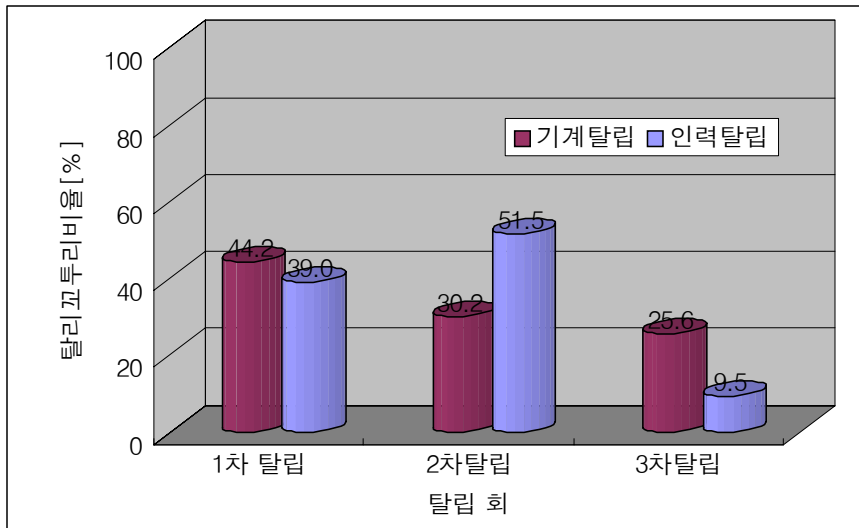


그림 8-15 1차 탈립부 꼬투리량

$$\text{탈리된 꼬투리 비율} = \frac{\text{탈리된 꼬투리 양 [g]}}{\text{1회 + 2회 + 3회차 탈리 꼬투리량 [g]}} \times 100 [\%] \text{---(8-3)}$$

탈립작업에서 참깨 줄기에서 떨어져 나온 꼬투리의 양을 매 탈립 작업마다 계량하고, 발생된 전체 꼬투리에 대한 각 탈립 회차별 비율을 나타낸 식은 (3)과 같다. 그림 8-15에서 인력작업의 경우 그림8-13에서의 참깨 종자의 탈립

량과 같은 패턴으로 2회 차에 가장 많으며, 기계 탈립의 경우 1회 차 탈립에서 44%가 발생되고 3회 차에 꼬투리의 발생이 인력에 비하여 많다.

이 경우도 기계 탈립의 경우 타력 탈립에 의한 충격력 때문이며, 실제 탈립된 꼬투리에는 이미 이전의 탈립 작업에서 탈립되어 있는 종실이 비어있는 꼬투리가 대부분이었다.

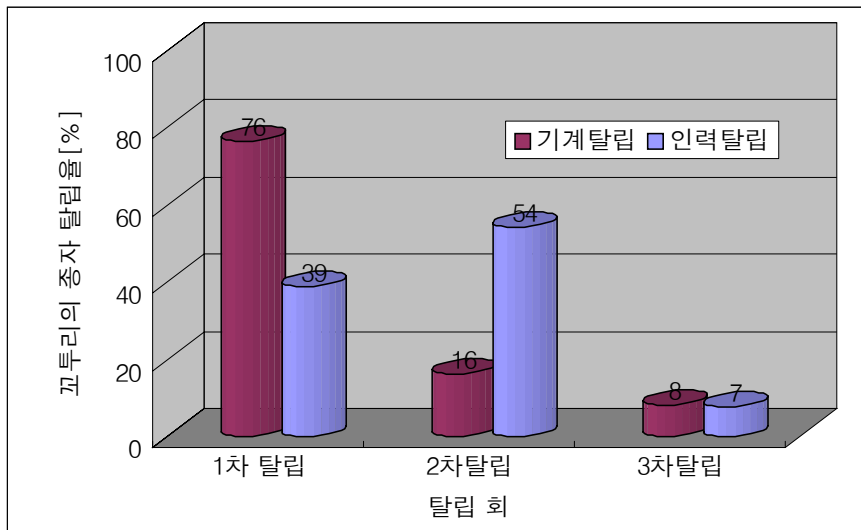


그림 8-16 꼬투리에서의 탈립 종자량

$$\text{탈리 꼬투리의 탈립율} = \frac{\text{꼬투리에서 탈립된 참깨종자량} [g]}{1\text{회} + 2\text{회} + 3\text{회차 탈리꼬투리에서 탈립종자량} [g]} \times 100 [\%]$$

----- (8-4)

참깨꼬투리로부터 떨어져 나온 탈리 고투리를 별도로 선별하여 인력 및 기계 탈립에서 탈립작업을 실시한 결과 그림 8-16과 같다. 이 그림에서 인력 및 기계탈립에 의한 미탈립 꼬투리에서 수확되는 참깨량은 인력탈립의 경우 순수 탈립과 마찬가지로 2회차에 54%로 가장 많이 탈립되고, 1회 차에 39%를 나타내고 있다.

그러나 기계탈립의 경우 1차 탈립에서 76%로 가장 많고, 2회차 16%, 3회차에 8%를 나타내고 있어서 대부분의 1차 탈립에서 탈립이 되고 2~3회차에

서는 발생하는 고투리들이 이미 종실에서 종자가 모두 탈립된 상태의 빈꼬투리임을 알 수 있다.

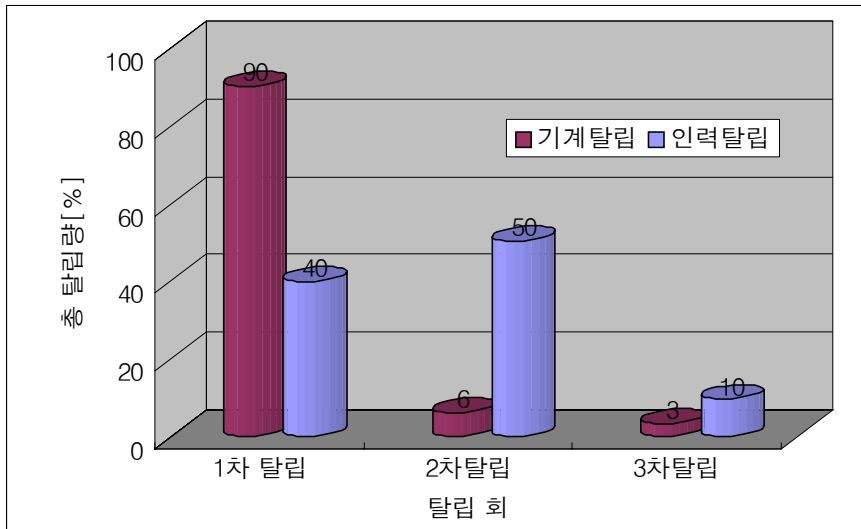


그림 8-17 전체 탈립율

그림 8-17은 탈립작업에서 미탈립 꼬투리에서의 탈립 꼬투리의 종자량을 제외한 순수 탈립량에서, 탈리 꼬투리의 재탈립에서 수확된 참깨의 종자가 포함된 전체의 탈립율을 나타낸다. 인력 탈립의 경우 2회 차에서 50%가 탈립되고, 1차에 40% 그리고 3회 차에 10%가 탈립됨을 알 수 있다. 따라서 관행 탈립 작업에서는 최소 3회 이상의 탈립작업이 필요함을 알 수 있다.

그러나 본 실험의 경우 참깨 비가림 건조대를 이용하여 참깨 시료를 3일 강우 일을 포함하여 14일 동안 참깨 단을 충분히 건조한 후 기계 탈립 작업을 하였다. 이 경우는 1회 차에 90.3%, 2회 차에 6.4% 그리고 3회차에 3.3%가 탈립됨을 알 수 있다. 따라서 새로이 개발된 참깨의 비가림 건조대를 활용하여 건조시킨 후, 금번의 시작기를 이용하여 기계 탈립작업을 하는 경우 금년간 같은 기후조건에서도 최소 1회 탈립으로 90% 이상의 탈립 효과를 낼 수가 있다.

제 4 절 수직 투입 시작기 성능평가

1. 서언

참깨 탈립 작업에서 중요한 것은 건조과정과 그리고 탈립 회수이다. 따라서 건조 과정에는 비가림 건조대를 이용하여 천일 건조에 의하여 실증실험용 시료를 준비하였다. 또한 최종의 시작기는 1차 연도에 제작된 수평 투입 교반 탈립 방법의 시작기를 모태로 하여 수직 연속 투입 교반 축격 탈립 방법으로 수정 설계 제작하였다.

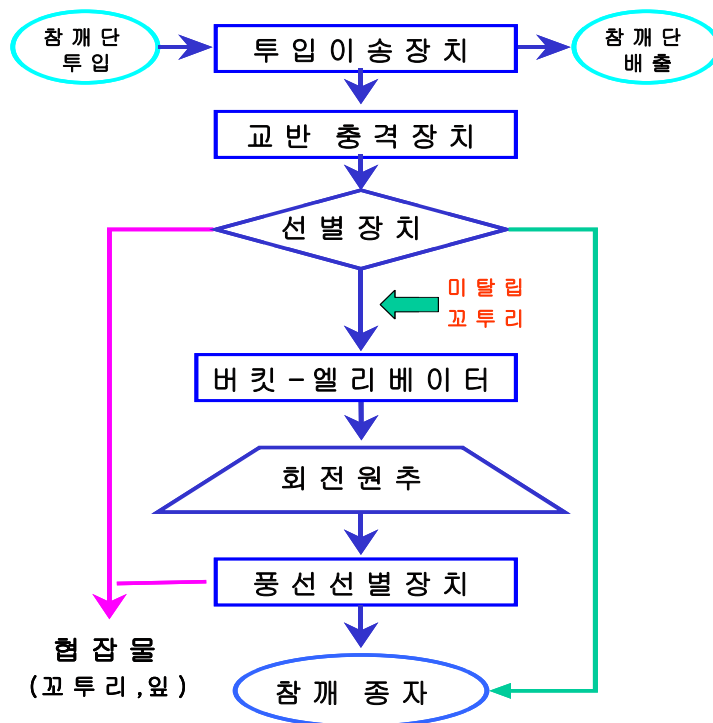


그림 8-18 최종기의 탈립 계통도

또한 최종 시작기는 그림 8-18과 같이 참깨 단을 이송장치에 연속 투입하

여 충격 교반으로 탈립하는 1차 탈립부와 참깨 줄기에서 탈리된 꼬투리와 협잡물을 재탈립하는 회전원추 탈립부로 구성되어 있다. 여기서 1차의 교반 충격장치의 선별 장치에 의하여 참깨종자와 일부의 협잡물이 선별된다. 1차 탈립부와 재탈립 회전원추 사이에는 버킷-엘리베이터가 제작되어 있어서, 미탈립 꼬투리와 잔여 협잡물들은 이 버킷-엘리베이터 장치에 의하여 회전원추 탈립부에 투입된다.

회전원추에서 탈립된 꼬투리는 재탈립되어 종실내의 참깨 종자가 강제적으로 탈립이 이루어지며, 또한 일부의 잎과 줄기 등의 협잡물들은 분쇄되어 선별장치에서 기류에 의한 풍선이 용이하게 된다.

2. 재료 및 방법

가. 공시 재료

실증실험에 사용된 공시재료는 본 연구 개발에서 재배된 양백깨를 주 사용되었으며, 기계의 예비 작동 및 보충 실증실험용으로는 예천 지역에서 재배된 재래종 참깨를 일부 사용하였다.

시료용의 예취 묶음 상태의 참깨 줄기의 물성은 표 8-7과 같이 50주 평균에 대하여 키는 111.4cm로서 탈립 공간의 깊이 설계자료로 활용되었다.

표 8-7 줄기의 물성

구 분	탈립 시기의 참깨 줄기			
	예취 키 [cm]	장방 [mm]	단방 [mm]	꼬투리 [개]
최 대	146.0	12.0	12.0	163
최 소	83.0	5.3	4.8	42
평 균	111.4	9.0	8.8	89.4

참깨 줄기에서 결속되는 묶는 부분에서의 사각형 단면의 형상은 줄기의 긴 방향 길이는 9.0mm, 짧은 쪽 길이는 8.8mm였다. 참깨 1주의 줄기에는 평균

89개의 꼬투리가 달려있다.

참깨 단의 물성은 표 8-8과 같으며 시험포장 내에서 예취하여 단으로 묶은 505개 참깨 단 중에 10%에 해당하는 50개 단을 무작위로 선택하여 계측한 평균값으로서 예취 직후의 참깨 1단의 무게는 2.57kg, 직경은 8.4cm, 그리고 21주로 결속되어 있다. 이 참깨 단은 건조대에서 충분히 건조되어 탈립 단계에서는 평균 7.4cm이었으며 이를 근거로 투입부의 간극을 조절하였다.

표 8-8 참깨 단 물성

구 분	참깨 단			
	예취직후 1단 무게 [g]	예취직후 직경[cm]	탈립작업전 직경[cm]	주수 [주]
최 대	3340	10.5	9.4	25
최 소	2016	6.4	5.6	16
평 균	2574.6	8.4	7.4	21

표 8-9 참깨 꼬투리의 물성

구 분	참깨 꼬투리			
	길이 [mm]	장방 [mm]	단방 [mm]	과립수 [개]
최 대	31.0	9.8	8.9	86
최 소	22.1	6.2	4.6	47
평 균	26.9	8.3	6.6	67.2

참깨 꼬투리의 물성은 표 8-9와 같다. 참깨 꼬투리의 시료는 50개 참깨 단에서 각각 1주씩 선택하고, 참깨 줄기에서 꼬투리 1개를 선택하여 꼬투리 공시 재료로 사용하였다. 꼬투리 50개를 대상으로 측정한 평균값은 가로8.3mm×세로6.6mm×높이 26.9mm이며 꼬투리 1개 내의 참깨 과립 수는 67.2개이었다. 이러한 시료의 계량을 근거로 하여 탈리된 꼬투리의 재탈립용 회전원추의 투입구와 배출구와 간극을 설계하였다.

나. 실증 실험 방법

참깨 탈립 작업의 실증실험은 참깨 시료의 확보, 실증실험의 재현성, 참깨종자의 정량적 분석 등이 타 작물에 비하여 어려운 점이다. 이러한 사안을 감안하여 실증실험용 참깨 단의 시료는 최종 시작기의 경우는 비가림 건조대를 이용하여 예취 작업 후 탈립까지 건조한 상태이며, 인력 탈립용 시료는 예취 묶은 후 4개의 단을 서로 기대어 세워서 건조하는 관행 방법을 사용하였다.

표 8-10 예취 후 탈립 간격 일 수

구분	1회차 탈립	2회차 탈립	3회차 탈립
관행탈립	7일	7일	7일
기계탈립	14일	4일	3일

탈립회수는 관행의 방법에 기준을 둔 3회의 탈립 작업으로 실증하였으며, 탈립작업 간격은 표 8-10와 같이 관행작업에 의한 탈립은 7일 간격으로 3회 탈립하였으나, 기계 탈립의 경우 1회 차 탈립은 예취 후 14일 그리고 2회 차 및 3회 차는 관행방법의 경우와 전체건조 일수가 동일하도록 하였다.



그림 8-19 참깨 단의 투입 작업

탈립 방법은 관행 방법의 경우 포장에서 천막을 펴고, 그 위에 막대기 타력 탈립을 실시한 후, 다시 참깨 단의 재류음 작업을 하여 포장에 참깨단 4단을 묶고 서로 기대고 세워 건조하여 타력작업을 3회까지 반복하였다. 이 때 참깨 종자의 분리를 위하여 협잡물을 건어서 폐기하고, 체망을 이용하여 꼬투리를 분리하고, 풍구장치를 이용하여 참깨종자를 선별하였다. 또한 참깨 줄기로부터 탈립된 꼬투리는 별도로 말려서 타력 탈립을 하였다.

기계 탈립 작업의 경우는 실증실험용 시료를 그림 8-19과 같이 이송 체인에 연속투입하여 그림 8-20과 같이 탈립 공간의 측면에서 타력에 의한 탈립이 된다. 이 때 이송 체인의 이송속도와 작업의 최적 조건을 고려하여 투입속도를 21[bundle/min]으로 하였다.



그림 8-20 참깨 단의 탈립 작업



그림 8-21. 꼬투리 탈립작업



그림 8-22 재탈립된 꼬투리 배출

탈립공간에서 탈립이 이루어지면서 탈립된 참깨 종자와 꼬투리 및 부러진 참깨 줄기 등의 협잡물이 발생된다. 이 때 1차 탈립부에서 참깨 종자는 탈립

공간 하부의 체망에서 선별되어 집하 배출되고, 반면에 꼬투리를 포함한 협잡물들은 1차 탈립부에서 버킷엘리베이터로 반송되어 그림 8-21과 같이 버킷-엘리베이터 배출구에서 재탈립부의 회전원추 탈립부에 투입된다.

회전 원추부에서 꼬투리는 탈립되어 종실이 완전 개열상태 또는 분쇄되어 그림8-22의 풍선배출구에서 집하된다. 반면 잎 등의 협잡물은 잘게 분쇄되어 기류에 의하여 풍선된다.

3. 실증실험 결과 및 고찰

비가림 건조대 이용 기계 탈립과 관행의 건조방법에 의한 막대기 타력 탈립에서 관행의 3회 탈립을 기준으로 실증 실험 결과를 비교하였다. 그림 8-23는 관행작업의 막대기 타력 탈립작업에서 참깨 줄기로부터 탈리된 꼬투리를 재탈립하기 위하여 건조하고 있으며, 그림 8-24는 기계 탈립작업의 재탈립 원추분리부에서 탈립작업에 의하여 종실이 분리되어 있는 사진이다.



그림 8-23 관행작업의 탈립된 꼬투리

이들 그림에서 볼 때 관행 작업의 탈리 꼬투리와 비가림 건조대에 의한 탈리 꼬투리는 색상이 매우 다르다. 관행 작업의 꼬투리는 건조 중에 강우와 밤

이슬에 젖은 상태이고, 반면에 비가림 건조대에 의한 꼬투리는 갈변된 색이 매우 깨끗하다. 실제 이러한 이유에서 수확된 참깨의 경우도 비가림 건조대를 이용한 기계 탈립 종자의 색상이나 품질이 관행작업보다 매우 우수하였다.



그림 8-24 기계탈립에서의 탈립된 꼬투리

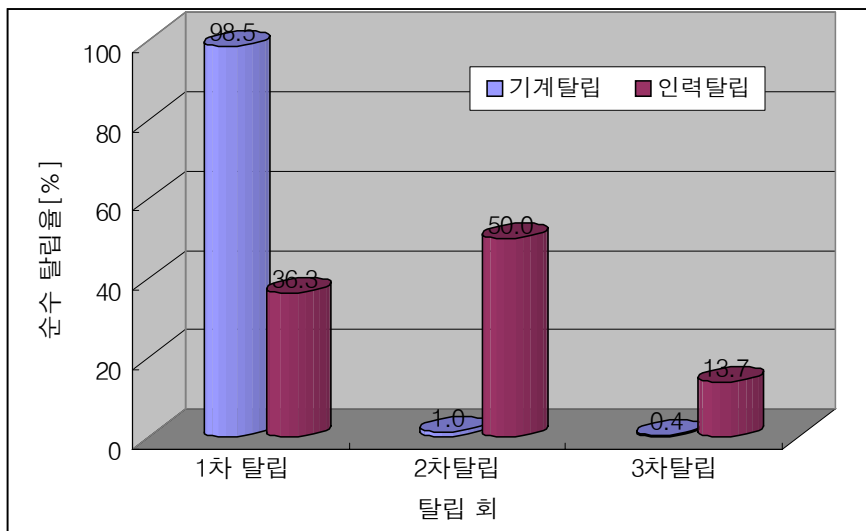


그림 8-25 순수탈립율 비교

관행 탈립작업과 기계 탈립작업에서 그림 8-25는 식8-1에서 계산한 것이며, 참깨 줄기로부터 떨어져서 탈리된 꼬투리의 탈립량을 제외한 순수 탈립량을 1회 차에서 3회 차까지 비교한 그림이다. 기계 탈립의 경우 1회 차에서의 탈립율이 98.5%로서 1차 년도에 비하여 매우 높은 탈립효과를 나타내고 있다. 기계 탈립의 1회차 탈립율 98.5%는 1회 차 인력 탈립율에 비하여 2.7배, 2회 차 인력탈립의 1.97배의 탈립 효과를 나타내고 있다. 관행의 탈립작업은 1회 차에 36.3%에 비하여 2회 차 탈립이 50%가 탈립되었으며 3회 차에도 13.7%의 탈립율을 나타내고 있다.

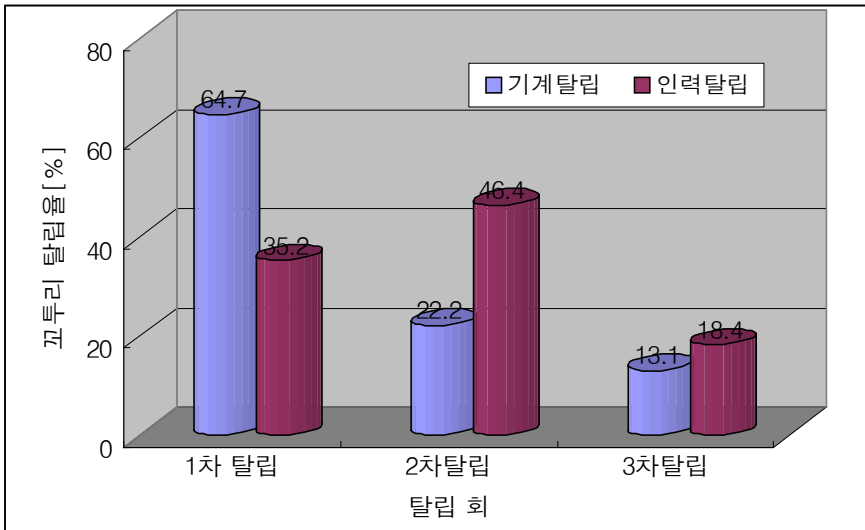


그림 8-26 탈리 꼬투리에서의 탈립 종자

그림 8-26은 기계 및 인력 탈립작업에서 참깨 줄기로부터 떨어져 나온 참깨꼬투리에서 탈립되는 참깨종자의 양을 식 8-4에 의하여 나타내고 있다. 기계 탈립의 경우 꼬투리에서 탈립되는 참깨의 총량에서 1회 차 탈립작업에서 64.7%, 2회 차에서 22.2% 그리고 3회 차에서 13.1%를 나타내고 있어서 탈립회차가 증가하면 꼬투리로부터의 탈립종자는 감소하고 있다. 그러나 관행 탈립 작업에서는 2회 차에서 46.4%로 가장 많고, 1회 차에서 35.2% 그리고 3회 차에서 18.4%를 나타내고 있다.

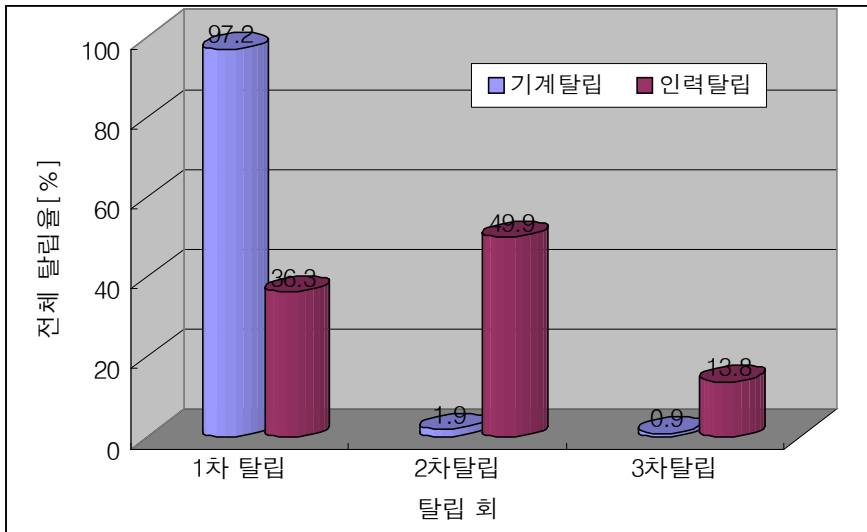


그림 8-27 전체 탈립율 비교

그림 8-27은 관행작업과 기계 탈립작업에서 순수 탈립종자의 양과 탈립된 꼬투리에서 탈립된 참깨종자를 합한 경우에 탈립율을 나타내고 있다. 기계 탈립작업의 경우 1회 차 탈립작업에서 수확참깨종량의 97.2%에 해당하는 매우 높은 탈립효과를 나타내고 있으며, 2~3회 차에서는 2.8%의 탈립율을 나타내고 있다. 반면 관행탈립의 경우는 2회 차에 탈립율이 49.9%이고 1회 차에 36.3% 그리고 3회 차에 13.8%를 나타내고 있다.

이러한 탈립결과 분석에서 볼 때, 관행방법의 탈립은 최소 3회 이상의 탈립작업이 필요하지만, 기계탈립의 경우는 비가림 건조대를 이용하여 충분히 장시간 건조하여 탈립작업을 하는 경우에, 전체 수확량의 2.8%의 수확량을 포기한다면 1회 탈립만으로 수확을 완료할 수 있다.

제 9 장 산업화를 위한 기술이전

참깨의 건조과정에서 묶어 세움 작업을 편리하게 하고, 강우를 동반한 태풍 등 강우와 강한 바람에도 비가림과 동시에 쓰러짐을 방지하기 위하여 고안한 개발제품이 비가림 건조대이다. 이러한 참깨의 비가림 건조대는 용도상 장점은 묶어세움 작업이 간단하고, 건조 공간 및 면적의 최소화, 참깨 종자의 소실방지, 우천 시 비가림 효과, 탈립 시 흙의 혼입 및 참깨의 부패 방지 그리고 보온효과와 태양광 집열에 의한 건조 촉진 효과가 있다. 특히 기존 관행의 3~4회 탈립 작업을 건조대 이용으로 1회 탈립이 가능하게 되었다.

이러한 작업의 편리성 및 효과를 극대화하고 지역 참깨 재배농가에 공급을 촉진하기 위하여 기술이전 사업설명회를 통하여 산업화 기술이전을 실시하였다. 기술이전 사업내용은 “참깨 비가림 건조대를 이용한 참깨의 건조 및 비가림 기술”이며 이러한 건조대의 고안 원리는 산업 재산권으로서 “참깨 비가림 건조대 실용신안등록(등록 제 0334064)”하였으며 이와 관련된 산업 재산권로서는 참깨 자동탈립기 실용신안 등록(등록 제0287779호)과 참깨 자동탈립기 발명특허 출원(출원 제 2002-26202호)이 있다.

참깨의 비가림 건조기술을 이전 받아 산업화 현장보급 및 제품을 생산 보급하는 실시기업은 (주)광진기업이다. 이 산업체는 참깨 주산지역인 예천, 안동 등의 경북 북부권역에 위치하고 있으며 농업 자재의 시공 판매업체는 대부분 매우 영세한 형태지만, (주)광진기업은 매출 및 규모면에서 시장 지배성이 높은 기업이며, 베트남 우즈베크스탄 등 해외 시장을 개척하여 해외 기술 및 제품을 수출하는 기업이다.

이러한 기반을 갖는 (주)광진 기업은 “참깨 비가림 건조대”의 기술이전에 따른 생산 보급으로 경상북도로부터 2003년 경북지역 벤처기업 사업장으로 지정되었으며, 이로 말미암아 향후 기술의 확대 전파 산업성이 기대된다.



그림 10-1 기술이전 행사(2004.3.17)

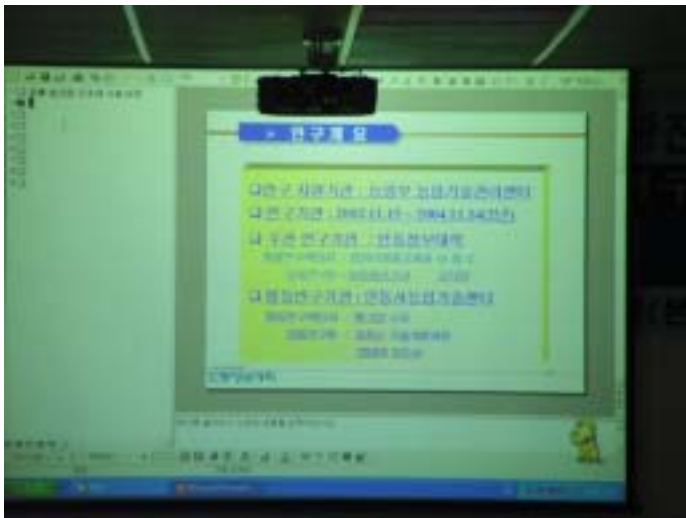


그림 10-2 기술이전 사업 발표



그림 10-3 기술이전 협약서 교환



그림 10-4 기술이전 언론 보도(안동MBC)



그림 10-5 기술이전 언론 보도(안동MBC)



그림 10-6 건조대 보도자료(www.arpc.re.kr)

산업화 기술이전 사업설명회 및 기술이전 조인식 행사는 주관연구기관(안동정보대학), 협동연구기관(안동시농업기술센터) 그리고 실시기업(주 광진기업)이 산관학 협력 행사(그림 10-1~10-3)로 실시되었으며, 기술이전조인식의 행사 및 사업설명회의 내용이 MBC, KBS 등의 라디오와 TV 매체의 뉴스시간에 방영(그림 10-4~10-5)되었으며, 농림기술관리센터 홈페이지(그림 10-6) 및 지방 언론 매체에 보도된 바 있다.

공 란

제 10 장 결 론

오랜 재배 역사를 지닌 참깨는 강력한 항산화 작용과 동맥경화 예방 등의 기능을 가질 뿐만 아니라, 우리 식생활에서 참기름과 깨소금과 같은 조미료로서 식탁의 중요한 반찬 재료이다. 이러한 참깨는 가격이 높고 재배에는 안정적이지만, 파종부터 수확까지의 전 재배과정이 인력에 전적으로 의존하고 있어서 참깨 재배를 생력 기계화 일관작업체계 기술을 개발하여 생력화가 필요한 시기이다.

이러한 참깨 재배에 적용이 가능한 작업기계는 개발되어 있으나, 건조이후 탈립 작업과 탈립에서 발생하는 미탈립 꼬투리의 처리 그리고 헝잡물의 제거에 따른 정선작업 등이 가능한 작업기계는 개발이 부진한 실정이다. 또한 참깨의 탈립작업은 1회 탈립 후, 재차 건조하여 2~3회 탈립이 이루어지며, 탈립작업 때마다 발생하는 미탈립 꼬투리의 탈립 처리 작업에 애로가 발생하였다.

따라서 참깨의 예취 결속 후 건조 작업과, 2~3회 탈립 작업을 1회 탈립만으로 종료하며 또한 탈립작업에서 참깨줄기에서 떨어져 나온 미탈립 꼬투리까지도 탈립이 가능하도록 참깨의 건조와 탈립 작업의 생력기계화 연구 개발을 수행하였다.

이를 위하여 참깨의 건조 작업을 위하여 참깨 비가림 건조대를 개발하였으며, 개발 건조대를 이용하여 2~3회 탈립 작업을 1회 탈립만으로 종료 가능하도록 하며, 미탈립 꼬투리까지도 탈립이 가능한 회전원추원리의 재탈립 장치를 부착한 참깨탈립기계를 개발하였다, 이러한 참깨탈립용 작업기계와 비가림 건조대의 연구결과 및 활용방안은 다음과 같다.

1. 참깨의 교반선별에서 참깨 종자의 선별에 필요한 최적 체망을 구하기 위하여 KS 규격 No.614의 6개 종류의 표준체를 사용하여 실험하였다. 참깨가 체망을 통과하는 체망실험 결과는 표준체 No.8(체눈크기 2.36mm)이 참깨의 선별 체망에 적당하다.

2. 관형의 참깨탈립작업은 2~3회 많게는 4회까지도 탈립작업이 필요하지만, 참깨 비가림 건조대를 사용하여 건조하는 경우 건조기간의 일기 상태에 관계없이 1회의 탈립만으로 탈립작업이 완료 가능하다.

3. 참깨 단의 평균 직경이 8.4cm이고, 1개 단에는 평균 21주로 결속되어 있는 참깨단은 비가림 건조대 1대에 44단을 거치하여 건조 가능하다. 100평의 수확 참깨는 3대의 비가림 건조대에 거치 건조 가능하다.

4. 참깨 단을 묶어 세워 포장에서 건조하는 경우에 참깨 꼬투리의 자연 개열에 의한 참깨 종자는 땅에 떨어져서 소실이 발생한다. 건조대를 이용하여 실험한 결과 참깨의 건조 작업에서 건조대를 사용함으로써 하여 건조과정에서면 참깨 종자가 소실될 수 있는 량이 총 수량의 5%에 해당하며, 결국 건조대의 사용은 참깨종자 5%의 증수 효과가 발생된다

5. 참깨 비가림 건조대는 참깨 재배 현장에서 실용성과 효능성이 인정되어 (주)광진기업에 산업화 기술이전계약이 체결되었다. 또한 (주)광진기업은 “참깨 비가림 건조대[®]”를 생산 종목으로 제안하여 경상북도 지정 벤저기업으로 선정되어 참깨 주산지에 보급이 촉진되도록 하였다.

6. 수평 연속 투입 타력식 탈립기에서 투입부의 체인 이송속도 8.4m/min에 대하여 참깨단을 1분에 18단 투입하는 조건으로 기계탈립을 한 경우에, 인력작업에 비하여 상대적으로 탈리된 꼬투리나 부러진 줄기가 포함된 헝잡물이 더 많이 발생되었다. 또한 수평 연속 투입의 타력식 탈립 방법을 이용한 기계탈립작업에서 1회 차에서 90.3%, 2회 차에 6.4% 그리고 3회 차에 3.3%가 탈립되었다.

7 참깨 단을 거꾸로 세워 수직으로 연속으로 1분에 21단 투입하고, 참깨단의 측면에서 타격탈립하는 시작기에서, 참깨 줄기로부터 탈리된 꼬투리에서의 탈립량을 제외한 순수 탈립율은 1회차에서 98.5% 탈립율을 나타내고 있다. 이 경우의 기계탈립율을 1회차 인력탈립에 비하여 2.7배의 탈립성능을 나타내고 있다.

8. 참깨단을 거꾸로 세워 수직방향으로 투입하고 측면에서 타격탈립하는 시

작기에서, 1회차 탈립 작업에서 수확참깨의 97.2%의 매우 높은 탈립 효과를 나타내고 있으며, 23회차에서는 2.8%의 탈립율을 나타내고 있다.

9. 이러한 탈립 결과 분석에서, 관행방법의 탈립은 최소 3회 이상의 탈립 작업이 필요하지만, 기계탈립의 경우는 비가림 건조대를 이용하여 충분히 장시간 건조하여 탈립작업을 하는 경우에, 전체 수확량의 2.8%의 수확량을 포기한다면 1회 탈립만으로 수확을 완료할 수 있다.

10. 탈립작업을 기계화하기 위하여 비가림 건조대를 이용한 건조가 관행에 비해 1회 탈립작업에서 90% 이상이 탈립되므로 탈립 회수가 줄어들어서 탈립 작업시간을 단축시킬 수 있었다. 탈립에 소요되는 시간 역시 10a에 18분 정도가 소요되어 13.9시간의 관행(인력)작업에 비해 효율적인 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 강철환.1994. 참깨 새 품종개발 및 생력 기계화 일관작업체계, 「참깨의 과학」 심포지움 발표논문 및 강연 요지집.
2. 김석현. 1998. 참깨 생산비 절감을 위한 생력기계화 및 종자 전처리 기술 개발. 농림부.
3. 김영상, 2000. 기계설계제도 KS 핸드북. 도서출판 황하.
4. 김충길.1999. 참깨 비닐피복 파종기 개발.농업기계화연구소 농사시험연구보고서.
5. 농림부. 2002. WTO 뉴 라운드에 대응한 농·생물 산업의 기계화 전략. SIEMSTA 2002국제 심포지움 논문집.
6. 농업기계학회. 1984. 신판 농업기계ハンドブック.
8. 농업기계협동조합. 2000-2001. 농업기계연감.
9. 농업진흥청. 2002. 새해 영농 설계 교육 전작·특작.
- 11.류시승.1996. 한국 참깨의 역사적 고찰, 한국식품영양학회지.제9권4호
- 13.신효선.1973. 참깨에 대한 식품영양학적인 연구 제1보, 탈피과정이 참기름 및 박의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 5(2), 113.
- 15.월간농원.1999. 우리 농업규모에 알맞는 참깨기계화 일관체계(1), (2).
- 16.이국환, 이경원. 2001.입체도면의 이해. 기전연구사.
- 17.이선호 외. 참깨자동탈립장치. 특허청, 특허 제0169293.
- 18.이중수, 김기복, 이정삼.2001.회전 원추형 마늘 쪽분리기 개발에 관한 연구(I) - 시작기 개발 및 성능시험. 한국농업기계학회.
- 19.이중수. 2001. 원추회전판을 이용한 씨마늘의 종구 분열 작업기계 개발, 농림부.
- 20.이중수. 1999. 마늘쪽분리기, 특허청. 출원번호 제1999-0034560호
- 21.이철희. 1994. 참깨의 파종기가 수량 구성요소, 지방산조성 및 잎마름

- 병 발생에 미치는 영향, 충북대 농업과학연구, 12, 1, 12.
- 22.정선모. 1998. 기구학. 청문각.
- 23.정선모, 한동철.1999. 표준 기계설계학. 동명사.
- 24.조후중.1994.한국의 참깨음식, 「참깨의 과학」 심포지움 발표논문 및 강연 요지집, p.61.
- 25.최춘언,1994. 한국의 참깨 식문화, 「참깨의 과학」 심포지움 발표논문 및 강연요지집, 한국식품과학회, p.43.
- 26.한국농업기계학회.1998. 농업기계 핸드북. 문운당.
- 27.한선희, 한가영, 오세중.1981.수입참깨와 국산참깨의 가열처리에 따른 참깨유의 산가의 차별화에 관한 연구, 서울 종합 기술시험 연수보고서, 17, p.105.
- 28.日本材料學會衝擊部分委員會.1994.衝擊工學. 日本日刊新聞社.
- 29.Cyrill M. Harris. 1988. Shock and vibration handbook. 7-11,26~29.
- 30.E.W. Charles and J.P. Sadler, 1993. Kinematics of machinery, HarperCollins college Publishers.
- 31.G.H.Martin.1987. Kinematics and dynamics of machines. McGraw Hill. 186~188.
- 32.J.P.Holman, 1989.Experimental Methods for engineers, HacGraw Hill.
- 33.P.M.Gerhart and R.J.Gross.1985. Fluids Mechanics. Addison Wesley.
- 34.R.C. Tzeng.1982. Sesame thresh using combine drum type. ASAE.244.
- 35.R.C.Tzeng. 1992. Settling corn using vibration. ASAE. 244.
- 36.Ray Langham.1992. Sesame thresh using combine drum type. ASAE.244.

공 란

세 부 과 제

탈립 참깨의 발아 생육 경영비 비교

연 구 기 관 : 안동시농업기술센터

연구책임자 : 황기섭(소 장)

연 구 원 : 조용수(과 장)

연 구 원 : 엄태영(지도사)

공 란

제 11 장 탈립 참깨의 발아, 생육, 경영비 비교

제1절 서론

1. 현황 및 문제점

참깨는 인류가 식용기름을 얻기 위한 수단으로 재배한 유기작물 중에서 재배역사가 가장 긴 것으로 알려져 있으며, 참깨의 기원은 여러 가지 설이 있지만 열대 아프리카의 사바나, 인도 등으로 추측이 되는 열대성 작물이다.

참깨가 우리 나라에 어느 시기에 도입, 재배되었는지 확실하지 않지만 중국과 일본(B.C 1200년 추정)에서의 탄화 참깨의 출토와 일본의 참깨가 한반도를 경유해 도입된 것으로 가정하면 우리나라에서의 참깨 재배는 이보다 훨씬 이전부터 재배되었을 것으로 추정한다. 그러나 현대적인 재배기술은 1970년대 후반에 이르러서야 시작되었는데. 이전까지 우리나라의 참깨재배는 흩어 뿌려 파종한 후 적당량을 솟아내고 제초, 중경, 배토를 겸한 김매기 작업을 3~4회 실시하는 것이 전부였다. 따라서 생육초기에는 한발에 의한 발아 불량으로 적정 입모 수 확보에 어려움이 있었고, 생육중기는 장마에 의한 습해, 잡초 다발생에 의한 생육부진, 병 발생 만연 등으로 재배 안정성이 지극히 낮아 가을 수확시에는 살아남은 개체가 절반에도 못 미친것이 재배 실정이었다.

1970년대 후반부터 시작한 비닐 멀칭재배는 파종시의 지온 상승과 적정수분유지로 발아를 촉진하고 두둑성형에 의한 과습 방지 등 참깨 입모향상과 생육환경을 크게 개선하였다. 또한 참깨의 4대 병해로 알려진 입고병, 시들음병, 돌림병, 잎마름병에 대한 종합방제체계 확립과 적정재식밀도, 시비방법 및 영양 결핍장해 등에 관한 연구에 의해 참깨 재배 안정성이 크게 향상됨에 따라, 재배면적이 증가하기 시작하였다. 그러나 농촌 노동력의 양적, 질적인 악화와

함께 기계화 재배기술부진으로 노동력이 과다 투입되어 소득이 낮아지게 됨에 따라 이러한 여건 변화에 대응하기 위하여 생력 재배기술 확립이 절실히 요구되었다.

가. 국내 생산현황

참깨 재배는 1987년 94,000ha를 최고로 면적과 생산량이 계속 감소되는 경향을 보이다가, 1994년 41,000ha를 최저점으로 하여 면적은 다시 증가되고 있다. 1994년부터 1997년까지는 양호한 기상환경으로 전국 평균 단수가 10a당 65kg을 상회하였으나 1998년에는 면적이 53,000ha로 증가하였지만 전국 평균 단수가 52kg, 2003년에는 35,000ha 면적에 단수가 34kg에 불과해 참깨 등숙 기간 동안의 지속적인 강우와 흐린 날씨로 수량이 감소한 것으로 나타났다. 이는 기상조건에 따라 생산량이 크게 좌우되고 연작피해 및 병해충 또한 심하여 재배관리상 인력이 많이 소요되기 때문에 단보당 소득이 더 높은 고추, 수박 등의 고소득 작목으로 재배가 전환되는 경향을 보이고 있기 때문이다.

표11-1. 참깨 생산량 추이

구 분	1998	1999	2000	2001	2002	2003
재배면적(천ha)	52.8	49.4	44.3	43.5	44.2	35.0
단수(kg/10a)	52.0	49.0	72.0	71.0	54.0	34.0
생산량(천톤)	27.7	24.0	31.7	31.0	23.8	12.0

※ 2003년 참깨 재배면적 및 생산량 (농림부)

나. 유통 및 수급전망

1990년 이후 연간 소비량은 증가되고 있으나 공급량은 부족하여 수입량이 급증하고 있는데, 특히 국내와 수송거리가 가까운, 품질이 불량하고 값싼 중국의 수입량 증가로 인해 참깨 자급율은 매년 낮아져 1990년에는 83%이었던 것이 1996년에는 34%까지 떨어졌다.

용도별 소비형태는 대부분 참기름 가공용과 양념용이며 이밖에 제과, 깨죽, 깨강정 등으로 소비되는데 가공업체 등 대량공급처에서는 가격면에서 상대적으로 저가인 수입참깨와 저품위의 국산 참깨를 많이 사용하고 있어 일반 가정에서는 국산과 수입참깨의 가격차가 크고 수입참깨와 국산참깨의 구별이 어렵기 때문에 우리도 모르는 사이에 수입산을 국내산으로 알고 먹고 있는 실정이다.

국내 소비자들이 수입산과 국산을 구별할 수 있도록 원산지 표시제도의 활성화로 수입산의 무분별한 국내유입 방지와 유통의 제도적 개선이 요구되고 있다.

앞으로 국내 참깨 자급율은 20%이하로 떨어질 것이 예상된다. 따라서 연구지도 분야에서는 참깨의 기계화 적용 신품종 육성과 기계화 일관재배기술의 확대 보급 등 국내 생산기반 유지를 위한 보다 많은 노력이 요구되고 있다. 또한 정책적인 차원에서는 한정된 농경지의 효율적 활용과 국산 참깨의 자급율 향상 및 재배농가의 소득보장, 나아가서는 고품질의 국산참깨 소비를 통한 국민보건 향상을 위해 지속적인 지원과 관심이 필요하다고 하겠다.

표11-2. 연도별 시장접근물량(단위:톤)

1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
6,731.0	6,731.0	6,731.0	6,731.0	6,731.0	6,731.0	6,731.0
(61,000)	(61,000)	(61,000)	(61,000)	(61,000)		

※ ()는 증량분 포함 수입계획임. 2004농수산물유통공사, 자료

다. 연도별 수입실적

연도	수량(톤)	금액(천달러)
1998	48,003	39,251
1999	51,345	42,947
2000	56,500	41,418
2001	57,377	34,064
2002(P)	38,656	21,524

최근 5개년('98~'02)동안 우리나라에서 참깨를 수입한 나라는 수단 145천톤(57.6%), 중국 74천톤(29.3), 인도 19천톤(7.6%), 파키스탄 14천톤(5.5%) 순서로 수입되었으며 MMA물량 범위 내에서 연도별 수입공매권 운영 계획에 따라 국내 참깨 전문수입업체를 통해 공개경쟁입찰을 실시하고 국내 판매를 하고 있다.

2. 연구개발의 필요성

참깨는 벼, 콩, 고추 다음으로 재배면적이 많은 작물로 단위 면적당의 수확량이 국제평균의 2배에 달하고 있다. 특히 경북의 북부지역에 위치한 안동은 지역경제의 주력 산업이 농업인 농촌형 도시로 2003년 현재 벼, 사과, 고추, 번식우, 비육우, 콩, 엽연초 다음으로 소득이 높은 작목이다. 참깨는 재배면적 930.9ha에 54억4천만원의 소득을 올리는 없어서는 안 될 중요한 작목으로 전국 최대의 재배면적을 확보한 참깨 주산지역이다.

참기름은 우리 나라 식생활 문화에서 없어서는 안 될 중요한 식품으로 소비에 비해 생산량 부족으로 수입이 불가피한 품목 중 하나이다. 참깨재배는 면적확보를 통한 자급을 향상에 노력해야 할 국가적 전략 작목 중 하나이다. 그러나 산업화에 따라 농촌 노동인력이 급속도로 고령화 부녀화 하여 일손부족과 인건비 상승으로 면적 감소와 휴경지가 발생하고 있다. 또한 참깨재배는 벼농사에 비해 기계화 미흡으로 수익성이 높은 시설채소나 고추재배로 면적이 옮겨지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 기계화와 생력화를 통한 경영비의 절감으로 경쟁력을 확보하고 수입산과 차별화가 가능한 품목으로 육성이다.

따라서 참깨 건조방법을 개선하여 노동력을 줄이고, 인력에 의한 탈립 방법을 간편하면서, 조작이 쉬운 참깨 탈립기계의 개발이 필요한 실정이다.

3. 연구개발의 목적과 범위

가. 개발목적

관행작업에 의한 참깨의 탈립 작업을 기계화하기 위해 회전원추 부착형의 참깨 탈립용 작업기계 개발 과제의 협동과제이다. 인력과 기계작업 탈립 참깨의 비교를 위해 시험요인을 투입하여 현장 실증실험을 실시하고 분석을 통해 지역 참깨 재배 농업인과 국내에 기술을 보급하고자 한다. 이로 인하여 노동인력 부족과 인건비 상승 등 주변여건의 변화로 경쟁력이 취약한 부분을 보완하여 생력화 작목으로 육성하여 국내 참깨 자급을 향상에 목적이 있다.

참깨 수확 후 건조에 필요한 조건은 강우가 없는 맑은 날들의 연속이 좋은 조건이다. 그러나 우리 나라의 9월 기상은 참깨 건조에 필요한 조건의 반대로 해마다 바람과 강우를 동반한 강풍과 태풍으로 막바지 관리에 어려움이 따른다. 이러한 문제점을 보완하여 건조품질을 향상시키고 일손을 절감 할 목적으로 건조방법 개선과 기계화의 선행과제로 비가림 건조대를 개발할 필요성이 있었다.

나. 개발범위

기존 관행에 의해 이루어지던 건조방법과 타력식 탈립방법으로 수확하던 참깨의 수확 후 작업을 개발한 작업기계에 의한 차이점과 생력화 부분 기계화의 이점을 조사하기 위해 다음과 같은 항목에 중점을 두고 실시하였다.

- 1) 인력과 기계작업으로 탈립된 참깨 종자의 향온향습기 이용 받아들음을 조사 하고 시험포장에 파종한 후
- 2) 탈립 방법별 파종한 참깨의 생육과 수량을 조사하여 관행작업과 비교, 분석 실시하여 농가보급을 위한 자료로 활용하고

3) 인력과 기계작업으로 탈립 된 종자의 발아, 생육, 경영비 등을 분석하여 실용성 여부를 판단한다.

제 2 절 탈립 참깨의 발아, 생육, 경영비 비교

1. 재료 및 방법

가. 시험구 배치 및 재배

시험재배를 위해 총 500평에 참깨를 재배하고, 300평은 2년간 임대하여 시험요소를 투입하였으며, 시험요인 투입을 위해 다음과 같이 배치하였다.

표 11-3. 시험구 배치도

관행 인력 재배구 410평							
인력작업	기계작업 (15평)	기계작업 (15평)	기계작업 (15평)	인력작업 (15평)	인력작업 (15평)	인력작업 (15평)	인력작업
농로							

시험항목별 생육과 수량 비교를 위해 난괴법 3반복 시험구를 배치하였으며, 조사 시기는 6월 중순부터 매순별 1일, 11일, 21일 간격으로 10포기를 조사하였다. 재배 작형은 가장 보편적인 재배양식인 참깨 단작 재배를 실시하였다.

단작 재배의 장점은 수확량도 가장 많을 뿐만 아니라 일찍 수확하고 난 뒤에 채소를 뒷그루로 심을 수 있어서 가장 소득이 높고 안동지방에서 가장 많이 재배하고 있는 보편적인 작형이기도 하다.

나. 시비, 경운, 정지작업

시비량은 참깨 다수확의 기본적인 조건으로 참깨에 필요한 N.P.K 성분의 부족이 없도록 해야 한다. 화학비료로 전용복비인 16-18-18을 10a당 4포(80kg) 기준 총 8포와 석회 200kg 살포하였다.

비료가 한쪽으로 몰리면 작물에 피해가 발생하므로 참깨의 뿌리 활력과 다수확을 위해 트랙터를 이용하여 심경과 로터리 작업을 실시하였다.

다. 작상 및 비닐 피복

참깨의 파종 시기는 외기온도가 낮아 발아온도가 부적합하고 잦은 가뭄으로 인해 발아율이 낮을 뿐만 아니라 초기생육이 부진하고 입고병의 피해가 심하여 여름작물 중에서 가장 불완전한 작물로 알려져 있다. 이같은 재배환경을 획기적으로 개선해 주기 위해서는 비닐피복 재배를 하여 지온을 높여주고 습도를 적습으로 유지시켜야 한다.

투명비닐 피복을 하면 지온이 올라가고 토양수분의 증발이 억제되어 발아가 빠르고 균일하게 되어 입고병의 피해가 적어 입모율 확보에는 큰 장점이 있으나 피복 전에 반드시 제초제를 사용해야 한다는 단점이 있다. 흑색비닐은 투명비닐 피복보다 지온상승 효과는 다소 떨어져 초기생육이 부진하고 입고병의 피해가 염려되나 광선의 투과를 막아 파쪽의 잡초발생 억제효과가 있어 제초제를 쓰지 않아도 되는 큰 장점이 있어 현재 농가에서는 사용하고 있다. 또한 흑색비닐은 5월 하순 이후에는 투명비닐 피복과 생육차이가 거의 없어 제초효과와 인력절감이 가능한 흑색비닐을 피복하였다.

재배 망은 관리기에 부착하는 두둑형성기와 비닐피복기를 이용하여 파쪽 30 cm, 휴폭 40cm로 만들었으며 시험구와 대비구의 구분을 위해 경계부분은 휴폭을 50cm로 좀더 넓게 구획하였다.

라. 품종 선택

오랜 기간을 통해 여러 가지 형태로 진화되고 농가에 의한 자연선택이 되어 오늘에 이른 참깨 종자를 1970년대 이후 다수성을 목적으로 품종을 육성하였다. 현재까지 장려품종으로 등록된 종자 중 안동지방에서 많이 재배되는 보편종인 양백깨를 종자로 선택하였다. 특성을 살펴보면 단백질에서 돌연변이 유기화합물질인 쏘디움아자이드(NaN_3)를 처리하여 인위적으로 돌연변이를 유기시킨 후 선발 육성한 품종으로 1994년에 장려품종으로 지정되었다.

종피색이 백색이며 기름함량과 불포화 지방산의 비율이 높아 품질이 우수하다. 초형은 분지가 1개 이하인 소분지형이고 꼬투리는 3과성2실4방형이며 진백깨 보다 초장이 짧고 등숙율이 다소 높으나 종자 중량은 진백깨 보다 약간 가벼워 종자크기가 작은 느낌을 받는다. 유지율이 높고 역병에 다소 강하며 도복에 견디는 힘이 크다

표 11-4. 양백깨의 종자 특성

품종명	육성 연도	초형	과성	초장 (cm)	개화기 (월일)	성숙기 (월일)	유지율 (%)	천립중 (g)	종피색	수량성 (kg/10a)
양백깨	'94	소분지형	3	115	7.5	9.1	54%	2.47g	백색	96

마. 파종

참깨 파종은 수량을 결정짓는 주요한 요인으로 적정 주수 확보를 위해 참깨 전용 유공비닐을 생산 농가에 공급 했지만, 파종에 필요한 인력이 많이 소요되어 농가에서 사용을 기피하고 있다. 또한 파종기가 보급되면서 유공비닐 사용 농가는 거의 없는 실정이다. 현재 점파식 파종원리와 로터리식 파종원리를 이용한 파종기가 보급되고 있지만 적정주수 확보를 위해 로터리식 파종기 보급이 늘고 있는 실정이다.

안동지방의 참깨 파종 적기는 5월 하순에서 6월 상순으로 적기인 5월 25

일 파종하였고 파종방법은 로터리방식 파종기를 이용하여 포기 사이 간격이 10cm에 구멍당 낙종량은 5~7개로 조정하여 외줄로 파종하였다.

바. 포장관리

1) 솟음 및 제초

파종을 완료한 15일을 전후로 구멍당 12포기를 남기고 솟음작업을 실시하였다. 솟음 작업 시기가 빠르면 빠를수록 도장이 방제되고 생육이 왕성한 식물체로 성장할 수 있으므로 적기를 놓치지 않도록 해야 한다. 1차 제초작업은 솟음 작업 후 곧바로 비 선택성과 선택성 제초제를 혼용하여 방제를 실시하였다.

5차례에 걸쳐 실시한 제초작업 역시 농약사용 절감과 중노동에서 탈피하기 위해 잡초가 어릴 때 선택성, 비선택성 제초제를 혼용하여 10a당 4말 정도 살포하였다.

2) 병해충 방제

참깨의 주요 병해는 발생시기가 비슷하여 병마다 개별방제를 실시하면 효율적인 방제가 될 수 없으므로 주요병을 함께 방제하는 종합방제 체계에 의거 실시하였다. 방제적기는 6월 하순부터 8월 상순까지 총 5회를 방제토록 되어 있지만 기상조건이 양호하여 5회에 걸쳐 실시하였다.

해충의 경우 포장에서 방제에 필요한 마리수가 보이면 방제를 실시하였으며 수량증대와 충실한 종자를 생산하기 위해 7월 하순과 8월 상순 2회에 걸쳐 염화칼슘 1,000배액을 희석하여 관주를 실시하였다.

사. 수확 및 건조 조제

참깨의 수확은 아래부분의 꼬투리 23개가 벌어지는 시기가 적기이므로 9월 3일부터 아침과 저녁을 이용하여 수확을 하였다. 수확 후 시험 재배한 구획은

개발된 참깨 비가림 건조대를 이용하여 건조를 하였으며, 대비구인 관행 방법으로서는 작은 단 4개를 엮어 세우는 방법으로 건조를 하였다.

탈립작업은 인력과 기계작업 공히 3회를 실시 후 수량을 조사한 결과 2003년의 경우 잦은 강우와 일조부족으로 38k/10a, 2004년의 58kg/10a을 수확하였다.

2. 시험요인 및 결과 조사

가. 발아율 시험

참깨의 발아는 다른 식물과 마찬가지로 수분의 흡수→저장 물질의 소비에 관여하는 효소의 활성화→저장물질의 자엽(子葉)에서 배(胚)로의 전류→배의 세포분열 개시→배 조직세포의 증대→줄기 및 뿌리 기관의 분화와 발달 과정으로 진행된다. 발아 최저온도는 10~12℃이고, 적온은 25~27℃이다. 그러나 참깨는 18~20℃ 정도라야 정상적으로 균일하게 발아하므로 포장에서는 지온 20℃ 내외면 파종적기라 할 수 있다. 조생종은 12~14℃에서도 비교적 높은 발아력을 나타내며 단일품종 내에서는 종자의 무게가 무거울수록 발아율이 높고 토양의 경도, 수분함량, 온도, 복토깊이, 종자 내적조건, 병원균 감염피해 정도에 따라 좌우되는데 환경과 종자에 이상이 없으면 정상적으로 발아하여 출아한다.

참깨 종자는 소립으로 비교적 낮은 토양수분 하에서도 발아가 가능하고, 종자의 성숙도와 발아율과의 관계를 보면 개화 후 30일경부터 활력을 지니지만 발아율이 10% 미만으로 매우 낮고 45일이 경과 후 정상적인 발아가 이루어진다.

따라서 탈립방법에 의한 종자의 발아력 검사를 위해 수확 후 자체보유중인 항온항습기(HB-301S)를 이용하여 실내온도 20도에 10일간 생육한 결과로 종자의 발아율을 조사하였다. 발아율 검사는 기계화에 필요한 사항으로 기계탈립시 기계적인 구조에 의해 손상 정도를 조사하여 실용성 여부를 판단하기

때문에 수확한 종자 100립을 무작위 추출하여 2회 실시하였다

표 11-5. 탈립 방법별 발아율 조사

연도별 시험회수	종자량 (립)	인력탈립			기계탈립			
		건조방법	발아율 (%)	미 발아 사유	건조방법	발아율 (%)	미발아 사유	
'03 년	1회	100	관행건조	94	종자 미 성숙	건조대 활용	96	미 성숙 종자
	2회	100		95			95	
	3회	100		97			97	
	소 계			95.3	소 계	96.0		
'04 년	1회	100	관행건조	97	미 성숙 종자	건조대 활용	97	미 성숙 종자
	2회	100		95			96	
	3회	100		97			97	
	소 계			96.3	소 계	96.6		
평균			95.8	-	-	96.3 %		

탈립 방법에 의한 발아율 조사에서는 기계의 타력과 마찰에 의한 우려했던 기계적인 손상에 의한 미 발아 종자는 발생하지 않았다. 다만 2003년 잦은 강우와 일조부족으로 관행의 건조방법에서는 줄기가 일부 부패되고 종자의 색깔이 나쁘고 발아율에서도 2004년에 비해 다소 낮은 것으로 조사되었다. 그러나 발아율은 농촌진흥청의 표준영농교범-18 유료작물재배(1999년)에 수록된 내용과 비교해 볼 때 20%의 토양 수분에서 97.5%의 발아율은 시험결과와 유사하여 종자용으로 사용이 가능한 것으로 판단하였다.

나. 시험포장 생육조사

시험구 배치계획에 따라 인력과 기계탈립 방법에 의한 참깨 종자를 이용하여 시험포에 과중하고 인력과 기계탈립 시험구에 조사기점 3곳을 정해 매순별 생육과 꼬투리수를 각각 10포기씩 조사결과와는 다음과 같이 나타났으며 탈립방법에 따른 생육상황의 차이는 발견할 수 없었다. 따라서 기계를 이용하여 탈립을 할 경우 수량과 생육, 발아율에서 아무런 문제가 발생하지 않아 앞으로 농

가보급에는 어려움이 없을 것으로 판단이 된다

표11-6. 인력과 기계작업 탈립 종자의 생육 상황

연도	탈립 방법	조사 항목	조사일시(월. 일)								
			6.11	6.21	7. 1	7.11	7.21	8. 1	8.11	8.21	9. 1
03년	관행	초장(cm)	16.2	24.6	35.3	48.8	59.3	70.7	81.9	94.2	102.7
		협수(개)	2.7	6.4	10.2	18.5	26.5	28.3	30.4	34.5	36.7
	기계	초장	17.1	23.9	36.8	47.9	58.7	70.6	81.1	93.6	102.2
		협수	2.5	6.3	10.1	18.3	26.3	28.5	30.3	34.2	36.5
04년	관행	초장	22.4	31.3	45.6	60.9	76.2	92.4	107.7	109.1	117.3
		협수	4.2	10.3	18.6	26.4	36.2	48.3	58.7	62.7	66.3
	기계	초장	21.6	32.1	45.2	61.3	76.9	93.1	107.2	109.7	117.4
		협수	4.2	10.4	18.4	26.6	36.7	48.4	57.6	62.3	66.5

다. 비가림 건조 효과

관행의 참깨 건조는 재배포장의 토양위에서 건조하여 탈립시 흙이나 협잡물 등이 종자에 혼입되어 순도가 떨어지고 정선작업에도 어려움이 따른다.

참깨 비가림 건조대는 건조방법을 개선하기 위해 고안한 장치로 골주를 A형으로 제작하여 수확된 참깨를 묶어 A형의 골주에 비스듬히 세워, 투명비닐로 비가림하여 건조하는 방법으로 기존의 방법에 비해 4단씩 묶는 시간을 절약할 수 있다. 또한 건조시에 탈립시 흙이나 협잡물의 혼입이 없어 기계탈립에서 순도가 양호한 참깨를 수확할 수 있을 뿐만 아니라 건조시 잦은 강우에 선택이 변하는 염려가 없어 품질이 우수한 참깨를 수확할 수 있다. 또한 건조 후 1회 탈립시 전체 수량의 90% 이상을 한번에 탈립 할 수 있어 일손 절감효과도 발생되었다.

라. 인력과 개발기계에 의한 경영비 비교

전국적인 참깨의 평균소득은 2002년 기준 10a당 생산량 54kg에 648,576

원으로 농촌진흥청의 표준소득조사표에 조사되었다.

2003년도 시험포의 수량은 10a당 38kg로 전국평균 34kg에 비해 다소 높았지만 평년평균 수량인 57kg에는 못미치는 작황을 보였다. 이는 당시의 기상이 생육과 건조에 불합리하여 감소한 것으로 조사되었다. 비가림 건조대를 이용한 기계탈립의 경우 색깔과 품질면에서 소비자가 인정하여 kg당 19,000원을 받아 관행의 소득 640,000원 보다 733,400원으로 93,400원의 부가가치를 향상시켜 소득면에서 전년과 비슷한 수준으로 조사되었다. 이것은 강우와 흐린 날이 많아 전체적인 수량이 감소된 반면 가격이 높게 형성된 결과로 보인다.

2004년의 경우 평년 평균 수량인 57kg보다 다소 많은 58kg/10a를 생산하여 771,400원의 소득을 올렸으며, 건조대를 이용한 기계탈립의 경우 843,700원으로 72,300원의 차액이 발생하여 관행의 방법보다 유리한 점을 알 수 있었다.

노동력 비교에서는 인력작업의 경우 파종 2시간, 쉼 18시간, 포장관리(퇴비살포, 경운, 정지, 두둑형성, 비닐피복, 병해충 방제, 제초제처리) 29시간, 수확 및 탈립 정선작업에 19.3시간 총 68.3시간이 소요되었고 포장관리에서의 세부적인 시간은 탈립 13.9시간 묶어 세우기 1.8시간 정선작업에 3.3시간이 소요되었지만 기계작업을 할 경우 탈립, 묶어세우기 정선작업에서 절감이 가능했다.

표 11-7. 인력과 기계작업 참깨 경영비 비교

조사 년도	건조 방법	수량 (kg)	단가 (천원)	조수익 (천원)	경 영 비 (원)					비고
					계	중간제비	입차료	고용노력비	축력비	
'03	관행	38	17	640	122,860	68,600	38,300	15,700	260	
	기계	38.6	19	733	122,860	68,600	38,300	15,700	260	낙곡0.6kg
'04	관행	58	13	771	122,860	68,600	38,300	15,700	260	
	기계	59	14	843	122,860	68,600	38,300	15,700	260	낙곡1kg

※ 경영비 기준은 2002년도 기준임

제 3 절 결과 및 고찰

1. 인력과 기계작업 탈립 참깨의 시험요인 비교

가. 발아율 조사

인력과 기계작업의 경우 20℃의 지온에서 발아되는 비율이 97.5%로 농촌진흥청의 연구결과와 비교해 볼 때 인력작업의 경우 평균 95.8%, 기계작업은 96.3%로 나타나 기계작업을 통한 생력화가 가능한 것으로 조사되었다

나. 생육 및 수량

작업방법별 생육과 수량에서는 인력작업의 경우 2003년 초장 102.7cm에 36.7개의 꼬투리로 조사되었으며, 기계작업의 경우 102.2cm에 36.5개의 꼬투리가 달린 것으로 조사되었다.

2003년의 경우 잦은 강우와 일조부족으로 전체적인 수량에서 감소된 해로 시험포의 성적영기 평균을 상회하는 수중에서 수확을 하여 38kg/10a로 나타났다. 단 건조대를 이용한 경우 낙곡량 0.6kg이 추가되어 탈립되어 소실되는 양을 소득으로 연결시킬 수 있었다.

2004년의 경우 인력 초장 117.3cm, 꼬투리수 66.3개. 기계작업의 경우 초장 117.4cm, 꼬투리수 66.5개로 조사되어 작업방법에 따른 생육에는 차이를 발견할 수 없었으며 수량은 58kg/10a를 생산한 것으로 조사되었다. 그러나 건조대 망사에 떨어진 양을 측정된 결과 1kg/10a가 더 포함되어 생산량에 추가되었다.

이상의 결과를 볼때 관행과 기계작업에서 차이는 발견할 수 없어 앞으로 농가 보급시 별다른 문제가 없는 것으로 조사되었다

다. 경영비 비교

전체적인 경영비 비교는 기계 구입가격이 정해지지 않았고 자가노력비가 수 치상으로 포함되지 않는 우리 나라의 조사방법에 있어 정확한 비교가 이루어 질수는 없지만 기계 구입가격을 대당 20,000천원, 비가림 건조대를 600,000 원/10a로 과정할 때 10ha 이상을 작업하면 손익 분기점이 제로가 되지만 대 량생산으로 단가 인하요인이 발생되고 물가 상승율을 감안하면 이보다 훨씬 기 간이 단축될 것이고 농가의 실정상 자부담으로 구입할 농가는 몇 되지 않을 것 이다.

참깨 자급율을 향상시키고 기계화를 향상을 위해 기계구입시 용자가 가능한 기종으로 선정하고 마을단위 공동작업이 될 수 있도록 해야 할 것이다.

제 4 절 결 론

본 연구는 회전원추 부착형의 참깨 탈립용 작업기계 개발의 협동과제로 탈 립된 참깨종자를 농가 포장을 임차하여 관행의 작업과 기계탈립으로 구분하여 발아, 생육 및 수량, 경영비를 비교 분석하는 실증시험을 수행하였다.

실증시험 결과 관행의 인력작업과 기계작업에 의한 탈립된 참깨의 발아, 생 육 및 수량에는 별다른 차이점이 나타나지 않아 대량생산에 의한 기계 보급가 격을 인하할 경우 생력화 기계로 공급이 가능할 것이다.

- 탈립작업을 기계화하기 위하여 비가림 건조대를 이용한 건조가 관행에 비 해 1회 탈립작업에서 90% 이상이 탈립되므로 탈립 회수가 줄어들어서 탈립 작업시간을 단축시킬 수 있었다. 탈립에 소요되는 시간 역시 10a에 18분 정도 가 소요되어 13.9시간의 관행(인력)작업에 비해 효율적인 것으로 나타났다.

- 비가림 건조대를 이용한 참깨 건조는 품질을 향상시켜 관행의 수취가격에 비해 kg당 1,000원 이상의 부가가치를 가져왔으며, 관행 건조 시 자연 낙곡되 어 수량과 연결되지 못하던 1kg/10a를 증수된 소득 효과가 있었다. 또한 관

행 건조를 위해 4단씩 묶어 세우는 작업을 생략할 수 있어서 노동인력을 타 작업으로 배분하는 효과를 볼 수 있었다.

- 경영비 비교에서는 기계작업의 경우 인력에 비해 723,000원/ha의 소득이 증가되는 것으로 나타났다. 탈립기의 가격을 2,000천원, 비가림 건조대의 가격 6,000천원으로 가정한다면 10ha 참깨 재배로 기계화 당해연도에 기계 구입비용을 충당할 수 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 농림부. 2004. “참깨 수입 및 국내 소비형태.” 농림부.
2. 농촌진흥청. 2002. “농축산물 표준소득 조사 자료집.” 농촌진흥청.
3. 농촌진흥청. 1999. “표준영농교본-18 유료작물재배.” 농촌진흥청.
4. 농촌진흥청. 1999. “특용작물 재배.” 농촌진흥청.
5. 농촌진흥청. 2002. “작목별 작업단계별 노동력 투하시간.” 농촌진흥청.
6. 안동시농업기술센터. 2004. “겨울농민교육 교재.” 안동시농업기술센터.

부 록

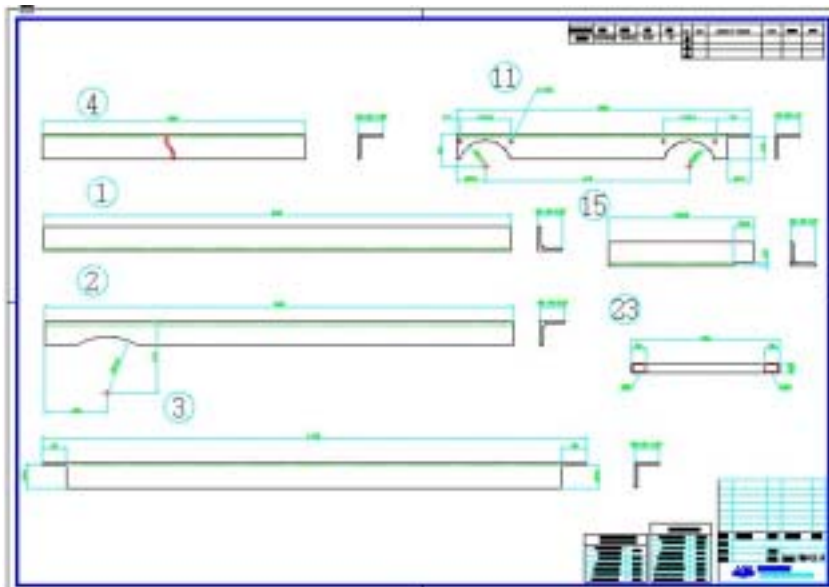
1. 산업재산권 출원 등록 현황

2. 설계도면

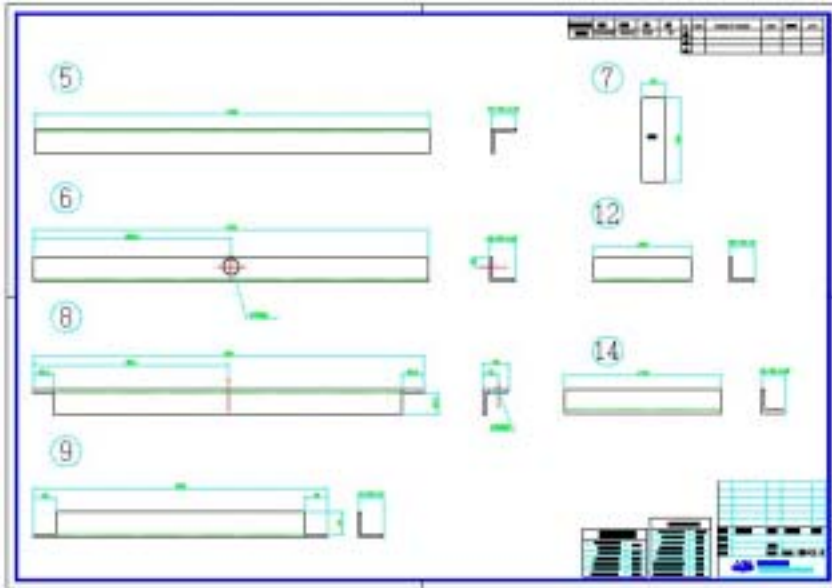
1. 산업 재산권 등록현황

연번	구분	명칭	출원(등록)번호
1	발명특허	자동탈립기	출원제2002-26202호
2	실용신안	자동탈립기	등록제0287779호
3	실용신안	교반층격식참깨탈립기계	출원제2004-27576호
4	실용신안	참깨비가림건조대	등록제0334064호

2. 설계도면



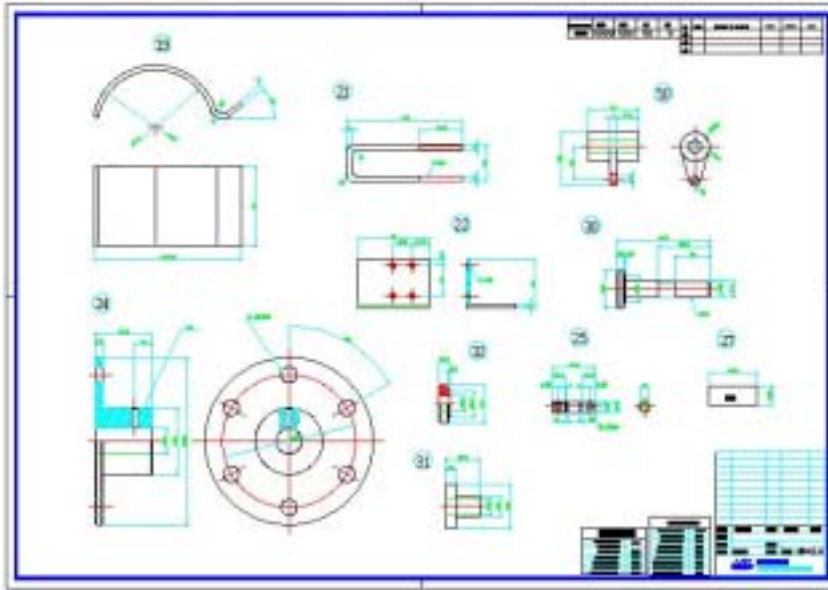
[참깨탈립기 설계도 #1]



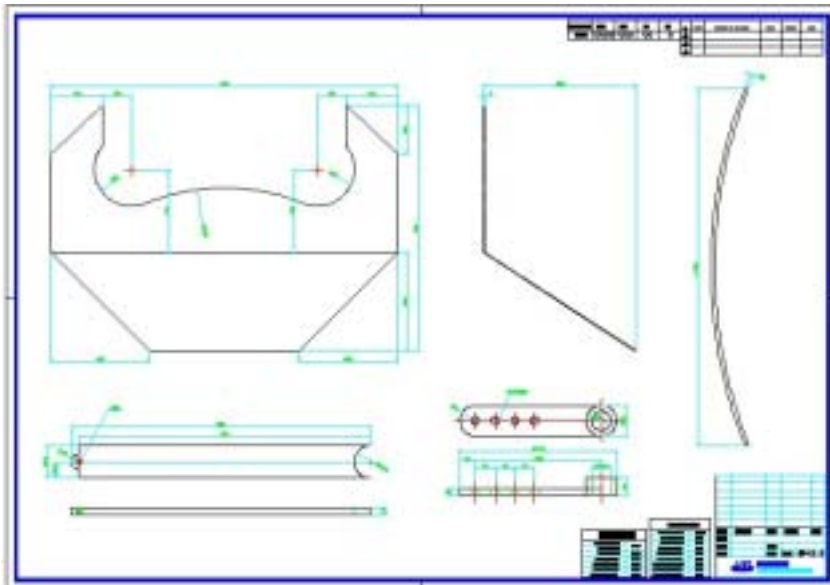
[참깨탈림기 설계도 #2]



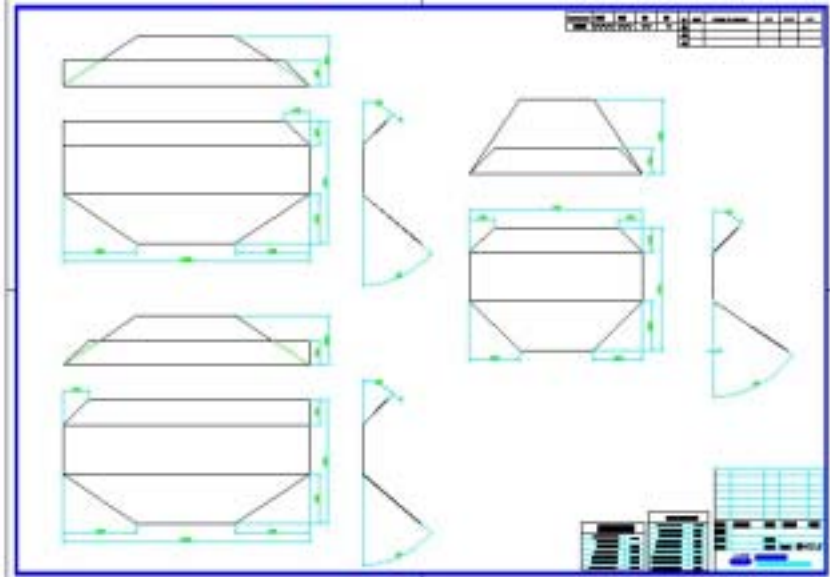
[참깨탈림기 설계도 #3]



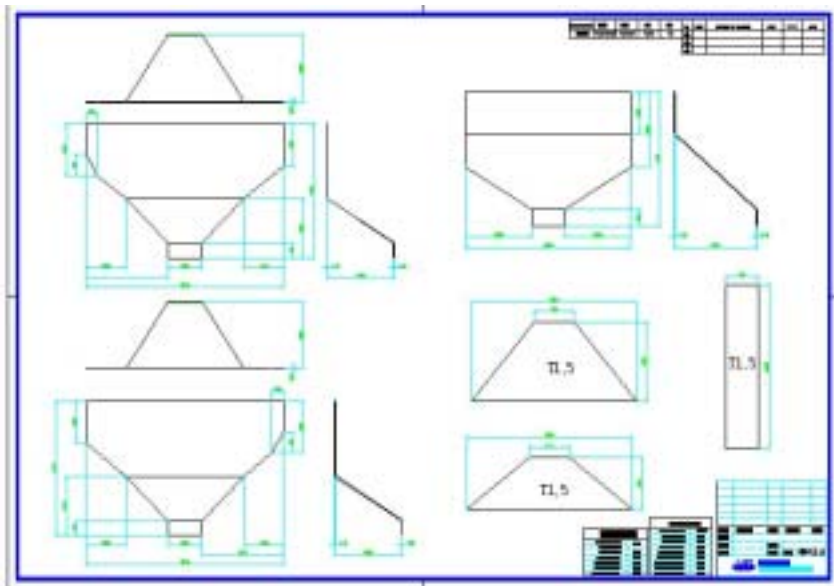
[참깨탈립기 설계도 #4]



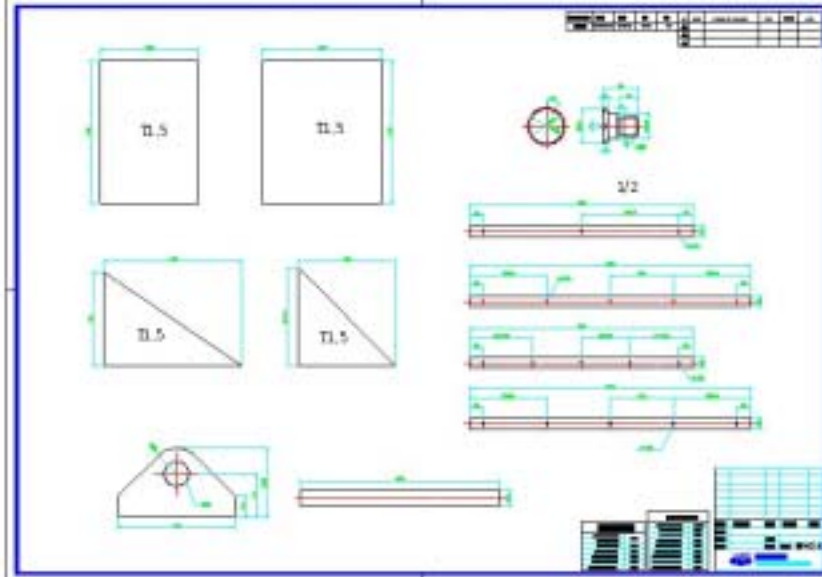
[참깨탈립기 설계도 #5]



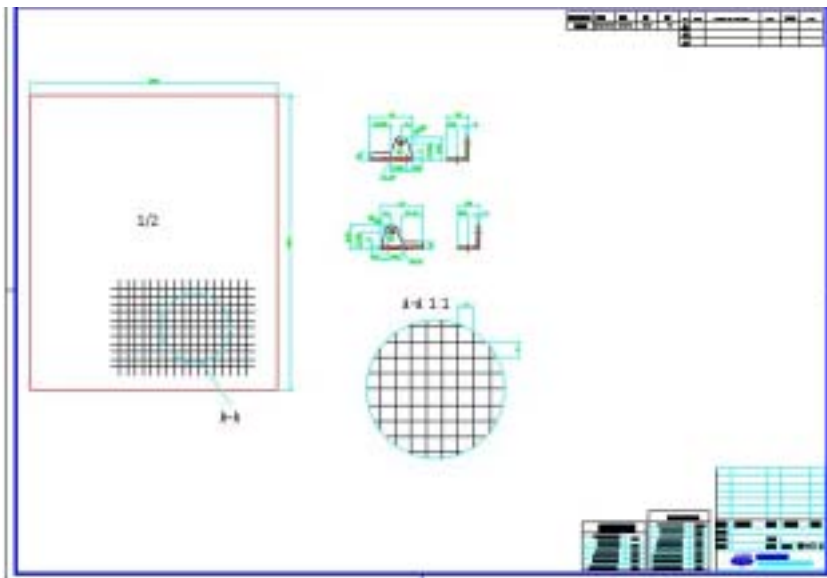
[참깨탈립기 설계도 #6]



[참깨탈립기 설계도 #7]



[참깨탈립기 설계도 #8]



[참깨탈립기 설계도 #9]

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.